Grundriß

der

Waldwegbaulehre

nebst einer

Aufgaben-Sammlung

und neuen

Hilfstafeln zur Erdmassen-Berechnung

von

Dr. Karl Wimmenauer,

o. Professor der Forstwissenschaft an der Universität Gießen.

Mit einer Waldkarte und 4 Figurentafeln.

Leipzig und Wien.

Franz Deuticke.

1896.

Verlags-Nr. 481.

Seinem verehrten Lehrer

Herrn

Oberforstmeister Dr. Eduard Heyer,

dem verdienstvollen Förderer

des Waldwegebau's in Theorie und Praxis,

als Zeichen der Dankbarkeit gewidmet

vom

Verfasser.

Vorwort.

Dieses kleine Buch soll, ebenso wie der vor fünf Jahren erschienene „Grundriß der Waldwertrechnung und forstlichen Statik", einerseits als Leitfaden bei akademischen Vorlesungen dienen, andererseits den Studierenden Gelegenheit geben, die mathematischen Grundlagen der Waldwegbaulehre durch selbstthätige Lösung der gestellten Aufgaben sich völlig anzueignen und die gebräuchlichen Rechnungsarten einzuüben.

In den 90 Paragraphen des „Grundriß", der alles technische Detail dem mündlichen Vortrage überläßt, bin ich im wesentlichen der vorhandenen Litteratur gefolgt, habe jedoch, wie ich glaube, einige nicht unwichtige eigene Beiträge zum weiteren Ausbau der Lehre, insbesondere nach ihrer mathematischen Seite, geliefert. So in § 26 (Aufg. 20) mit Bezug auf die Beziehung zwischen Wegbreite und Krümmungshalbmesser bei Kurven; in § 41 (Aufg. 52 bis 58 ꝛc.) hinsichtlich der Kurvenkonstruktion; in § 51 nebst zugehörigem „Anhang" durch Entwickelung der Formeln, welche zur Berechnung der Auf- und Abtragsflächen dienen, und deren Anwendung zum Entwurfe der beigegebenen Hilfstafeln.

Namentlich durch die letzteren glaube ich dem Buche auch für den Praktiker Wert und Brauchbarkeit verliehen zu haben. Langjährige Erfahrung im Gebiete des Waldwegbaues hat mich die großen Vorteile kennen gelehrt, welche durch Erdmassenberechnung, wenn sie auch nicht sehr genau ausgeführt wird, zu erzielen sind. Freilich kann ein geübter Wegbauer in vielen Fällen auch ohne solche auskommen, namentlich wo, wie an Hangwegen, gewöhnlich kein weiterer Erdtransport stattfindet. Im gegenteiligen Falle sollte aber die Mühe einer Erdmassenberechnung nicht gescheut werden und der Anfänger sollte sich deren Ausführung unter allen Umständen zumuten, denn nur auf diesem Wege lernt er die richtige Aufstellung eines Kostenvoranschlags, der beide kontrahierenden Teile, Waldbesitzer und Accordant, vor Schaden bewahrt. Aber der damit verbundene erhebliche Arbeitsaufwand — Aufnahme und Zeichnung

der Längen- und Querprofile, Auszählung oder Messung der Profilflächen, Berechnung der Massen und Transportstrecken — hat seither vielfach davon abgehalten; ja sogar bei Manchen die Vorstellung aufkommen lassen, als ob ein richtiger „Praktiker“ vor solchen Arbeiten nicht nur Scheu empfinden, sondern sogar besser ohne sie auskommen müsse; während doch gerade die gegenteilige Auffassung als Kennzeichen des wahren „Praktikers“ gelten sollte.

Die angedeutete Schwierigkeit zu erleichtern, insbesondere die Aufzeichnung der Querprofile überflüssig und damit die Ausführung von Erdmassenberechnungen auch dem vielbeschäftigten Revierverwalter möglich zu machen, dies war das Ziel, welches ich mir beim Entwurfe meiner Hilfstafeln gesteckt habe. Möchten dieselben reichlich Anwendung finden!

Auch in mancher anderen Hinsicht wird der ausübende Forstwirt in solchen Fällen, wo er sich über die Art der Ausführung vonWeganlagen und über die zugehörigen Konstruktionen, Rechnungen und Voranschläge im Zweifel befindet, Anleitung und Hilfsmittel in dem Buche, insbesondere unter den Aufgaben und deren Auflösungen finden, wo auch die Ableitung aller im „Grundriß“ vorkommenden Formeln gegeben ist. Ich erwähne hier nur noch beispielsweise die Zusammenstellungen unter Aufg. 53, 55 und 58, aus welchen sich ohne weiteres entnehmen läßt, welche Formen und Maße, insbesondere welche Auf- und Abtragshöhen eine Wegkurve an Hängen von bestimmter Bodenneigung erfordert, sodaß die zu befördernde Erdmasse und der Kostenbetrag (s. Aufg. 81 und 96) leicht veranschlagt werden können. Freilich wird dabei Bekanntschaft mit den technischen und mathematischen Grundlagen der Waldwegbaulehre, bezw. vorangegangene Erläuterung derselben durch mündlichen Vortrag, vorausgesetzt; zum ersten Selbstunterricht für Anfänger wird das Buch kaum ausreichen; es will und soll daher auch die vorhandenen Lehr- und Handbücher nicht ersetzen, sondern vielmehr ergänzen.

Sein Hauptzweck bleibt immer, wie eingangs erwähnt, die Aneignung und Einübung der beim Waldwegbau vorkommenden Rechnungs- und Konstruktionsmethoden. Wer als Student die 100 Aufgaben oder doch deren größten Teil, soweit möglich selbständig, gelöst hat, dem wird keine im Examen oder später in der Praxis an ihn herantretende Aufgabe unüberwindliche Schwierigkeiten verursachen.

Gießen im Oktober 1895.

Der Verfasser.

Inhalts-Verzeichnis.

Grundriß der Waldwegbaulehre.

III. Erdmassenberechnung.

IV. Ausführung der Grundbauten.

V. Anlagen zur Ableitung des Wassers.

VI. Versteinung der Fahrbahn.

VII. Sonstige Vorkehrungen zur Befestigung und Erhaltung der Fahrbahn.

VIII. Waldeisenbahnen.

Aufgaben-Sammlung.

Auflösungen.

Anhang.

Hilfstafeln zur Erdmassenberechnung.

Figurentafeln.

Vor dem Gebrauche des Buches bittet man folgende

Druckfehler

zu berichtigen:

Seite 48, Aufg. 90, Zeile 3 lies: **20** (anstatt 25) cm.
Seite 76, Zeile 1 lies: **f** (anstatt c).
Seite 117, Beispiel, Zeile 3 lies: 2,3 + 0,6.1,2 = **3,0** qm.
Das. Zeile 5: zusammen = **3,2** qm.
Das. Zeile 8: **1,7** (anstatt 1,8) qm.

Ferner in den Hilfstafeln:

Seite	Hauptspalte	Bodenneigung	Auftragshöhe	lies:	anstatt:
121	Auftrag a. d. Bergseite	60%	140	**1,0**	0,1
125	„ „ „ Thalseite	20 „	150	**3,4**	4,3
128	„ „ „ Bergseite	30 „	150	**2,3**	2,5
129	„ „ „ Thalseite	50 „	110	**5,6**	6,6
129	„ „ „ „	50 „	115	**5,9**	6,9
131	„ „ „ Bergseite	40 „	145	**2,1**	2,2
135	„ „ „ Thalseite	10 „	90	**3,0**	2,9
135	„ „ „ „	40 „	140	**8,6**	8,8
139	„ „ „ „	60 „	55	**9,8**	9,4
144	Abtrag a. d. Bergseite	50 „	70	**2,2**	2,3
133	im Kopf der Tabelle lies „Auftrag“ (anstatt „Anfang“).				

Grundriß
der Waldwegbaulehre.

Einleitung.

I. Begriff.

§. 1.

Unter „Waldwegbau" verstehen wir den Entwurf und die Ausführung derjenigen Anlagen im Walde, welche zum Transport des Holzes und anderer Erzeugnisse mit Fuhrwerk dienen; und zwar sowohl der einzelnen Waldwege und „Bahnen für sich als auch der zweckentsprechenden Verbindung derselben zu einem geordneten Wegenetz.

II. Einteilung.

§. 2.

Es sind zwei Hauptabschnitte zu unterscheiden, nämlich

1., ein vorbereitender Teil, der die Grundbedingungen und den Entwurf eines zweckmäßigen Wegenetzes, und

2., ein ausführender Teil, welcher die Herstellung und Unterhaltung der Einzelwege lehrt.

III. Litteratur.

§. 3.

Neuere selbständige Schriften, welche das Gesamtgebiet der Waldwegbaulehre umfassen, sind

C. Heyer: Anleitung zum Bau von Waldwegen, Gießen 1864.

Dengler: Weg-, Brücken- und Wasserbaukunde für Land- und Forstwirte, 2. Aufl., Stuttgart 1868.

Scheppler: das Nivellieren und der Waldwegebau, 2. Auflage, Aschaffenburg 1873.

Schuberg: Der Waldwegbau und seine Vorarbeiten, zwei Bände, Berlin 1873 und 1875.

Derselbe, Transportwesen, Abschnitt IX c des Lorey'schen Handbuchs der Forstwissenschaft, Tübingen 1887.

Förster: Das forstliche Transportwesen, Kap. V und VI, Wien 1885.

Stötzer: Waldwegebaukunde, 3. Aufl., Frankfurt a. M. 1895.

Vorbereitender Teil.

§. 4.

Dem Entwurfe eines den Bedürfnissen des forstwirtschaftlichen Betriebs entsprechenden Wegenetzes geht, namentlich im Gebirge, zweckmäßiger Weise die Aufnahme und bildliche Darstellung der Bodenoberfläche voraus. Dann ist das Wegenetz unter Beachtung der zuvor festzustellenden Grundbedingungen seiner Brauchbarkeit auf der Karte zu entwerfen. Demnach werden folgende Abschnitte unterschieden:

1. geodätische Vorarbeiten;
2. technische Anforderungen an das Wegenetz und an die Einzelwege;
3. Entwurf des Wegenetzes auf der Karte.

I. Geodätische Vorarbeiten.

A. Nivellierinstrumente.

§. 5.

Die beim Waldwegbau und dessen Vorarbeiten gebräuchlichen Nivellierinstrumente zerfallen je nach der Vorrichtung, welche die horizontale Visierlinie bestimmt, in folgende Gruppen:

1. Pendelinstrumente,
2. Röhreninstrumente und
3. Libellen-Instrumente.

Außerdem kommen zuweilen *Barometer-Instrumente* in Anwendung. Zur Einschaltung von Punkten in die bestimmte Gefälllinie dienen die sogenannten *Visierkreuze*.

§. 6.

Pendelinstrumente mit freischwingendem Loth sind u. a.

1. Die Setzwage;
2. der Quadrantenstock mit Verbesserungen von Wasmer[1]) und Schwangler[2]);

3. Preßler's Meßknecht[3];

4. die mit Distanz- und Höhenskala versehenen Baumhöhenmesser, insbesondere Faustmann's Spiegelhypsometer[4];

5. der Baumhöhen- und Gefällmesser nach Brandis[5].

Zum Nivellieren mit Nr. 2 bis 5 ist eine feste Zielscheibe erforderlich, deren Abstand vom Boden der Instrumentenhöhe, bezw. der Augenhöhe des Beobachters, gleich kommt.

---

1) Schuberg, der Waldwegbau, Band I. S. 36.

2) Forstl. Mittheilungen aus Bayern, München 1860, S. 212.

3) Preßler, der Ingenieur-Meßknecht mit Textbuch ꝛc., 5. Aufl., 1876.

4) Allg. Forst- und Jagdzeitung 1856, S. 441. — Monatsschrift für F. und J. W. 1871, S. 41.

5) Zu beziehen von Max Wolz, Werkstätte für wissenschaftliche Präcisionsinstrumente in Bonn a. Rh.

§. 7.

Pendelinstrumente, welche selbst hängend durch ihr Eigengewicht die horizontale Visierlinie herstellen und ebenfalls meistens in Verbindung mit einer festen Zielscheibe (§. 6) benutzt werden, sind:

1. Bose's Nivellierinstrument[1];

2. die Gefällmesser von Hurth[2], Desaga[3], Bousset[4] und Sickler's verbesserter Gefällstock[5];

3. Mayer's Patent-Gefällmesser[6] und Bohne's Taschen-Niveau[7].

4. Pendel-Nivellierinstrument und Baumhöhenmesser von Matthes[8].

---

1) H. L. Bose, Beschreibung zweier Instrumente zum Nivellieren ꝛc. Darmstadt 1863.

2) Monatschrift für Forst- und Jagdwesen 1863, S. 112.

3) Daselbst 1863, S. 431 und 1870, S. 265.

4) Schuberg, der Waldwegbau ꝛc., I. Band, S. 43.

5) Daselbst, S. 43.

6) Daselbst, S. 48.

7) Erläuterungen hierzu gedruckt bei Rob. Rohde, Berlin 1878.

8) Beschreibung im Preisverzeichniß mathematischer Instrumente ꝛc., von Richard Eckstein zu Eisenach.

§. 8.

Auf dem Princip der communicierenden Röhren beruht die gewöhnliche Wasser- oder Kanalwage[1] sowie die seltener gebrauchte

Quecksilberwage[2]). Beide werden in Verbindung mit einer beweglichen Zielscheibe (Schieblatte) benutzt.

---

[1]) Bauernfeind, Elemente der Vermessungskunde, 7. Aufl. 1890, §. 193, u. a. a. O.

[2]) Ebendaselbst §. 194.

§. 9.

Libelleninstrumente ohne Fernrohr, welche teils in Verbindung mit einer festen, teils mit einer beweglichen Zielscheibe gebraucht werden, sind:

1. Die Nivellierdiopter von Staudinger[1]) u. a.;
2. Stötzer's Universaldiopter[2]);
3. das Dendrometer von Sanlaville[3]);
4. Abney's Spiegeldiopter[4]).

---

[1]) Allgem. Forst- und Jagdzeitung 1856, S. 9.

[2]) Ebendaselbst 1886, S. 158.

[3]) Monatschrift für Forst- und Jagdwesen 1870, S. 253.

[4]) Für den Gebrauch im Walde eingerichtet von Gebr. Zimmer, jetzt Ludwig Tesdorpf, in Stuttgart.

§. 10.

Von den mit Fernrohr versehenen Nivellierinstrumenten finden Anwendung:

1. Stampfer's Nivellierdiopter[1]) in Verbindung mit einer Schieblatte, bezw. nach Ertel'scher Konstruktion auch mit einer festen Zielscheibe (§. 6);

2. Die zum Ablesen der Zielhöhe auf einer eingeteilten Latte (Distanzlatte) hergerichteten Instrumente von Breithaupt, Siener und anderen mit astronomischem Fernrohr[2]);

3. Die sog. Universal-Instrumente, Tachymeter ꝛc., von Breymann[3]), Ertel, Reichenbach, Wagner-Fennel[4]) u. a. m. mit den zugehörigen Ziellatten oder Normalmaßen.

[1]) Schuberg, der Waldwegbau ꝛc., I. Band S. 63.

[2]) Ebendaselbst S. 65.

[3]) Allg. Forst- und Jagdzeitung 1868. S. 201.

[4]) Croy, die Tachymetrie und ihre Anwendung bei der Aufnahme von Waldungen. Wien 1893.

§. 11.

Zur barometrischen Höhenmessung[1]) dienen vorzugsweise die Aneroide von Vidi, Naudet, Reitz, Goldschmid und Hottinger ꝛc. mit zugehörigen Höhentafeln, welche auf Grund der Barometerformel

$H_n = C_o (1 + 0{,}00367 \,.\, t) (\log B_o - \log B_n)$ berechnet sind.

---

[1]) Baur, Lehrbuch der niederen Geodäsie, 5. Auflage 1895, S. 445. Crug, die Anfertigung forstlicher Terrainkarten auf Grund barometrischer Höhenmessungen. Berlin 1878.

B. Nivellement der charakteristischen Linien.

§. 12.

Dasselbe erstreckt sich auf

1. den äußeren Umfang des Waldes;
2. dessen innere Grenzen, soweit deren Verlauf für die Oberflächen-Gestaltung maßgebend ist;
3. eine genügende Anzahl besonders abgesteckter und vermessener Linien, welche den hervorragend charakteristischen Terrainformen (Höhenrücken, Thalsohlen u. s. w.) angepaßt sind.

§. 13.

Bei der Ausführung des Nivellements sind folgende Punkte zu beachten:

1. Anzahl und Abstand der Stationen;
2. Auswahl des anzuwendenden Instruments nach Maßgabe des verlangten Genauigkeitsgrades;
3. Kontrolle der Aufnahmen, wo möglich im Anschluß an Fixpunkte der Landesvermessung;
4. endgiltige Berechnung der Höhenkoten sämtlicher Stationspunkte.

C. Darstellung der Aufnahme-Ergebnisse im Grundplan.

§. 14.

Die Lage der sog. Durchgangspunkte, welche den Höhen n, 2 n, 3 n . . . . über dem allgemeinen Horizont entsprechen, wird gefunden

1. durch graphische Interpolation mit Hilfe der Längenprofile;
2. durch rechnerische Interpolation oder
3. mit Hilfe eines sog. Diagramms.

§. 15.

Die so gefundenen Punkte von gleicher Höhenlage werden auf der Karte mit farbigen Nullchen oder dgl. bezeichnet und dann auf dem Lokale durch freihändig gezogene Kurven verbunden, welche dem Augenmaße nach der Oberflächen-Gestaltung angepaßt sind.

II. Technische Anforderungen an das Wegenetz und an die Einzelwege.

A. Wegenetz.

§. 16.

Ein zweckmäßiges Wegenetz soll mit möglichst geringem Aufwand an Wegfläche und Baukosten:

1. passende Lagerplätze für die Waldprodukte, insbesondere das Holz aus allen Abteilungen darbieten;
2. die Abfuhr nach den für den Absatz in Betracht kommenden Richtungen ermöglichen; zugleich
3. wenn möglich auch für die Waldeinteilung verwendbar sein und
4. den Schutz des Waldes gegen Frevel, Feuer, Insekten, Sturm und sonstige Beschädigungen erleichtern und fördern.

§. 17.

Je nach ihrer Bestimmung sind zu unterscheiden:

1. Wege zum allgemeinen Fahrbetrieb, insbesondere durch die Holzkäufer: Waldstraßen, Haupt- und Nebenwege;
2. Fahrwege für gewisse besondere Transportmittel, welche in der Regel von der Forstverwaltung selbst verwendet werden: Schleif- und Schlittwege, Waldeisenbahnen;
3. Fuß-, Reit- und Pürschwege.

§. 18.

Je nach der Art der Ausführung werden unterschieden;

1. Erdwege;
2. Wege mit versteinter Fahrbahn, Schotter-, Kies- oder Schlakkendecke;
3. Holzbahnen und
4. Schienenwege.

§. 19.

Auf den Verlauf der einzelnen Wege und deren Abstand von einander sind von Einfluß

1. die Oberflächengestaltung des Waldes;
2. die Lage des Absatzgebietes und der benachbarten allgemeinen Verkehrswege;
3. die gebräuchliche Art der Holzverwertung;
4. Beschaffenheit, Wert und Verwendung des Holzes;
5. der Stand der Arbeitslöhne;
6. die herrschende Windrichtung.

B. Einzelwege.

§. 20.

Die an die einzelnen Waldwege zu stellenden Anforderungen beziehen sich auf:

1. die Steigungsverhältnisse,
2. die Wegbreite,
3. die zulässigen Krümmungen,
4. die Anlagen zur Verbesserung und Befestigung der Fahrbahn (cf. §. 18) und
5. die Schutzvorrichtungen gegen Beschädigung durch Wasser u. a.

§. 21.

Die zulässigen Steigungen oder Gefälle sind abhängig von den Gewichten der zu befördernden Last G und des Motors (Zugthieres 2c.) g, von dessen Zugkraft P und dem Coefficienten f des Reibungswiderstandes sowie von der Fahrtrichtung. Auch die Weglänge und die gesamte zu ersteigende Höhe sind dabei zu berücksichtigen.

Das Maximum des Steigungswinkels α berechnet sich annäherungsweise nach der Formel

$$\sin \alpha = \pm \frac{P - f.\, G}{G + g}.$$

Hierin ist für Zugthiere zu setzen: $P = k \frac{t\,.\,c}{z\,.\,v}$, wobei k die durch Versuche (dynamometrisch) zu ermittelnde durchschnittliche Zugkraft, c und v die mittlere, bzw. wirkliche Geschwindigkeit pro Sekunde, t und z die mittlere, bezw. wirkliche Zeitdauer der täglichen Arbeitsleistung bedeuten.

§. 22.

Stärkere Steigungen verkürzen die Weglängen und vermindern die Baukosten, erfordern aber größere Zugkräfte und in der Regel höhere Unterhaltungskosten.

Als zulässige Maxima können angenommen werden:

1. für Waldstraßen 5 bis 6%;
2. für Hauptwege, jenachdem die Fahrtrichtung bergauf oder bergab geht, 6 bis 8%;
3. für Nebenwege dgl. 8 bis 12 %;
4. für Schleif- und Schlittwege 12 bis 20%;
5. für Wendeplätze und scharfe Krümmungen 5%.

Gegengefälle sind wo möglich zu vermeiden.

§. 23.

Die Gesamtbreite der Wegfläche setzt sich im „Querprofil“ zusammen aus Wegkrone, Böschungen und eventuell Seitengraben. Sie ist abhängig

1. von der Spurweite der gebräuchlichen Fuhrwerke,
2. von der Fahrtrichtung,
3. von der Bodenbeschaffenheit,
4. von der Masse des zu befördernden Holzes und der Art der Aufarbeitung desselben.

§. 24.

Mit größerer Wegbreite wachsen die Kosten der Anlage, vermindern sich aber in der Regel diejenigen der Unterhaltung.

Als zweckmäßige Kronenbreiten können angesehen werden

1. für Waldstraßen 6 bis 7 *m*,
2. für zweispurige Haupt- und Nebenwege 4,5 bis 5 *m*,
3. für einspurige Waldwege 3 bis 4 *m*,
4. für Schlitt- und Reitwege 1,5 bis 2 *m*,
5. für Fußpfade 0,8 bis 1,5 *m*.

§. 25.

Für fahrbare Wegkurven ist der kleinste zulässige Krümmungshalbmesser in erster Linie von der Beschaffenheit, insbesondere Länge und Zusammensetzung des Fuhrwerks abhängig.

Bezeichnet man bei vierrädrigen Wagen den Abstand beider Achsen mit l, den Winkel, um welchen die Deichsel von der Richtung der

Lenkwiede seitwärts abweichen kann, mit α, so ergiebt sich der Krümmungshalbmesser ρ aus der Formel

$$\rho = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{\sin\alpha} + \frac{1}{\operatorname{tg}\alpha}\right)$$

Kann bei Langholzfuhren der Hinterwagen gelockert (gelodbert, geschwippt) werden, so genügt etwas mehr als die Hälfte des obigen Betrages für ρ.

§. 26.

In zweiter Linie ist der Krümmungshalbmesser ρ von der Wegbreite b abhängig. Je größer diese, namentlich im Scheitel der Kurve genommen wird, desto kleiner kann der Radius sein und umgekehrt.

Für vierrädrige Fuhren mit ungelockertem Hintergestell gilt die Formel

$$\rho = \frac{l^2}{2(b - c)} \text{ oder}$$

$$b = \frac{l^2}{2\rho} + c,$$

worin c eine Konstante bedeutet, die um $1/2$ bis 1 *m* größer anzunehmen ist als die Wagen-Spurweite.

§. 27.

Näherungsformeln zur Bestimmung des Verhältnisses zwischen Wegbreite und Krümmungshalbmesser sind aufgestellt worden

1. von Schuberg in dessen „Waldwegbau“ S. 232:

$$\rho = \frac{L^2}{4b},$$

wobei L die Gesamtlänge der Fuhre mit Bespannung bedeutet;

2. von Gehrhardt in der A. F. und J. Z. 1892, S. 109:

$$\rho = \frac{L_1^2}{6b} + 1,$$

wobei unter L_1 die ganze Länge des geladenen Stammes zu verstehen ist und Lockerung des Hinterwagens vorausgesetzt wird.

§. 28.

Zum Schutze gegen Abrutschung, Beschädigung durch Wasser &c. dienen

1. Abwölbung der Fahrbahn oder Neigung derselben nach der Thalseite;

2. mehr oder minder flache Böschungen, die je nach der Cotangente des Neigungswinkels als einfach, anderthalbfach, dreiviertelfach u. s. w. bezeichnet werden.

3. Seitengraben und Durchlässe.

Art und Maße dieser Schutzvorrichtungen sind von der Bodenbeschaffenheit und der Lage abhängig.

3. Entwurf des Wegenetzes auf der Karte.

A. Schneißennetz.

§. 29.

Ein solches eignet sich hauptsächlich für ebene Lagen oder Flach-Hügelland. Beim Entwurfe sind — nach erfolgter Vermessung und Kartierung der äußeren Waldgrenzen — zu unterscheiden

1. eine oder mehrere Hauptlinien, in der Regel zugleich allgemeine Verkehrswege;

2. Haupt- oder Längsschneißen (Hauptgestelle, Wirtschaftsstreifen) in der Schlagrichtung (meist ungefähr von O. nach W.,) verlaufend;

3. Neben- oder Querschneißen (Feuergestelle), mehr oder weniger senkrecht auf die vorigen (resp. die Schlagrichtung) gestellt und gewöhnlich einander näher gerückt;

4. Rand- oder Grenzwege.

§. 30.

Vor der endgiltigen Festsetzung des Schneißennetzes sind die einzelnen Linien an Ort und Stelle auf ihre Ausführbarkeit, insbesondere ihre Tauglichkeit zur Holzabfuhr, zu prüfen und nötigenfalls streckenweise so zu verlegen, wie es die Bodenbeschaffenheit und die Oberflächengestaltung erfordert.

B. Wegenetz im Gebirge.

§. 31.

Je nach ihrem örtlichen Verlaufe sind zu unterscheiden:

1. Thalwege und Thalrandwege;

2. Verbindungswege zwischen den Thälern und Gebirgssätteln, sog. Thalhöhenwege;

3. Höhen- und Hangwege.

§. 32.

Beim Entwurf ist auf Gruud vorliegender Terrainkarten oder beiläufiger Orientirung zunächst

1. der Verlauf derjenigen Hauptwege festzustellen, welche die eigentlichen Knotenpunkte des Verkehrs (Ausmündungsstellen auf Straßen und Wohnplätze, Gebirgssättel zc. zc.) miteinander verbinden sollen.

Dann folgen

2. Die Nebenwege (event. Schleif- und Schlittwege), welche dazu dienen, die von den Hauptwegen nicht berührten Waldorte aufzuschließen.

Der endgiltige Entwurf des Wegenetzes kann erst erfolgen, nachdem die einzelnen Weglinien im Walde wenigstens vorläufig abgesteckt und ausführbar gefunden sind.

Ausführender Teil.

§. 33.

In Bezug auf Herstellung, Unterhaltung nnd Gebrauch der einzelnen Waldwege sind zu unterscheiden:

1. Absteckung der Weglinien im Walde;
2. Feststellung der Längen- und Querprofile;
3. Erdmassenberechnung;
4. Ausführung der Grundbauten;
5. Anlagen zur Ableitung des Wassers;
6. Versteinung der Fahrbahn;
7. sonstige Vorkehrungen zur Befestigung und Erhaltung derselben;
8. Waldeisenbahnen.

I. Absteckung der Weglinien im Walde.

§. 34.

Die hierbei vorkommenden Aufgaben sind:

1. Verbindung zweier gegebener Punkte durch eine gerade Schneißenlinie;
2. Absteckung von Gefällinien, welche dem Terrain folgen, und zwar
   a) mit gegebenen oder
   b) mit mehr oder weniger unbestimmten Endpunkten;
3. Abrundung der Winkelzüge.

A. Verbindung zweier gegebener Punkte durch eine gerade Schneißenlinie.

§. 35.

Die Verbindungslinie wird, wenn eine direkte Durchsicht nicht möglich ist, gefunden

1. mit Hilfe des sog. „Durchhiebswinkels", d. h. des aus Koordinaten oder anliegenden Seiten zu berechnenden Neigungswinkels zwischen der gesuchten und einer gegebenen Linie;
2. durch Probieren.

B. Absteckung der Gefälllinien.

§. 36.

Der Prozentsatz, mit welchem eine Gefälllinie abzustecken ist, ergiebt sich entweder

1. aus der ungefähren Länge der gesuchten Linie nnd dem bekannten, resp. durch ein Versuchs- Nivellement gefundenen, Höhenunterschied beider Endpunkte oder
2. durch Probieren, bezw. Rückwärts- Einschneiden.

§. 37.

Überschreitet des gefundene Gefällprozent den zulässigen Maximalbetrag und kann keiner der beiden Endpunkte verlegt werden, so wird die Einschaltung eines oder mehrerer „Gegenzüge" (Widergänge) und die Anlage sog. „Rampen" (Serpentinen) erforderlich. Für letztere sind möglichst schwach geneigte Stellen zu wählen.

C. Abrundung der Winkelzüge.

§. 38.

Stoßen zwei abgesteckte gerade Weglinien in stumpfem Winkel auf einander, so kann der Krümmungshalbmesser des Kreisbogens, welcher jene mit einander verbinden soll, in der Regel mehr oder weniger beliebig angenommen werden.

In diesem Falle kommen zur Absteckung des Bogens mehrere Methoden in Anwendung, welche auf empirischer Ermittelung der Pfeilhöhen einzelner Bogenstücke oder auf Winkelteilung und Bildung von Schnittpunkten beruhen. Die gebräuchlichste ist die sog. Viertelsmethode.

§. 39.

Zum Ersatz der Winkelzüge durch innere Kreisbogen von bestimmtem Halbmesser kommen folgende Methoden in Anwendung:

1. Absteckung der Radien vom Krümmungsmittelpunkte aus;

2. Berechnung oder Konstruktion und Abmessung von Koordinaten der Bogenpunkte, wobei als Abszissenachsen entweder

a) die Tangenten, d. h. die ursprünglich abgesteckten geraden Weglinien oder

b) die Sehne des Bogens oder

c) die jedesmalige Verlängerung der Sehne des vorhergehenden Bogenstückes (Einrückungsverfahren) benutzt werden können.

Durch innere Bogenlinien wird die Weglänge jedesmal verkürzt und der Steigungsprozent erhöht.

§. 40.

Die im vorigen § erwähnte Erhöhung des Steigungsprozentes kann vermindert oder vermieden werden.

1. durch Verteilung des Gefälles auf eine längere Strecke oder

2. durch die Konstruktion austretender Bogenlinien (Rampen, Schlüsselkurven), welche am besten mit Hilfe eines Grundrisses erfolgt.

§. 41.

Wenn bei gleichmäßiger Bodenneigung der ganze Gegenzug mit gleichem Gefälle abgesteckt worden ist, so lassen sich Maß, Form und Lage einer austretenden Bogenlinie ohne Probieren durch Rechnung finden.

Näheres hierüber in Aufg. 52 bis 58.

§. 42.

Die Absteckung ganzer Wegzüge mit inneren und austretenden Bogen, Rampen u. s. w. wird ebenfalls durch vorherige Aufnahme eines Grundrisses nach der Umfangsmethode — mittelst Meßtisch Bussole oder Theodolith — wesentlich erleichtert.

§. 43.

Die endgiltig abgesteckten Weglinien werden durch Pfähle, Steine, Hügel und Grabenstücke oder durch sog. Leitpfade dauernd bezeichnet

II. Feststellung der Längen- und Querprofile.

A. Längenprofile.

§. 44.

Die Aufnahme erfolgt durch Nivellement der Wegmittellinie und zwar je nach Umständen aus den Endpunkten oder aus der Mitte. Auf Grund derselben werden für jeden Stationspunkt Abszisse und Ordinate oder Höhenkote berechnet und im Aufriß verzeichnet. Die Verbindungslinie der Ordinaten-Endpunkte ergiebt das Terrain- oder Bodenprofil.

§. 45.

In das Bodenprofil wird zunächst eine vorläufige Gefälllinie (Wegprofil) so eingezeichnet, daß die Flächen des Auf- und Abtrages sich dem Augenmaße nach annähernd ausgleichen und daß die Abtragsmassen wo möglich nur horizontal oder abwärts zu transportieren sind. Vorkommende Gefällwechsel sind dabei entsprechend abzurunden.

Dieses Wegprofil erleidet in der Regel nachträglich noch Abänderungen nach dem Ergebniß der Erdmassenberechnung (Abschnitt III.)

§. 46.

Für jeden Stationspunkt wird die Höhe des Auf- oder Abtrags, d. i. der positive oder negative Unterschied zwischen den Höhenkoten des Boden- und des Wegprofils, der Zeichnung entnommen oder berechnet.

B. Querprofile.

§. 47.

Deren Aufnahme erfolgt an jedem Stationspunkt der Wegmittellinie entweder

1. mit Latte und Setzwage, bezw. Libelle oder
2. mit Hilfe eines Nivellierinstruments nebst zugehöriger fester oder beweglicher Zielscheibe.

Die aufgenommenen Maße werden in einem Handriß oder einer Tabelle verzeichnet und demnächst, soweit nötig (vgl. §. 51), in passendem Maßstab aufgezeichnet.

Zum Auftrag der Quer- wie der Längenprofile empfiehlt sich meistens die Anwendung von Millimeterpapier.

§. 48.

Auf jedem verzeichneten Boden-Querschnitt wird das normale Wegprofil in der nach §. 46 bestimmten Auf- oder Abtragshöhe, etwa mit Hilfe einer Schablone, eingetragen. Die Form der letzteren ist abhängig:

1. von der Wegbreite,
2. vom Böschungsmaße und
3. von der etwaigen Wölbung der Fahrbahn, endlich
4. von Breite und Tiefe der Seitengraben.

Auch hier ergeben sich wie bei § 45 oft nachträgliche Abänderungen.

III. Erdmassenberechnung.

§. 49.

Der Zweck derselben ist ein doppelter, nämlich

1. Die Massen des Auf- und Abtrags, wenn möglich, auszugleichen und
2. die notwendige Unterlage zum Voranschlag der Wegbaukosten zu liefern.

§. 50.

Die Auf- oder Abtragsmasse zwischen je 2 Stationen wird (mathematisch nicht ganz genau) als ein Prisma berechnet, dessen Grundfläche dem arithmetischen Mittel beider Querprofilflächen und dessen Höhe dem horizontalen Abstand beider Stationen gleich ist.

§. 51.

Die Querflächen des Auf und Abtrags können bei geneigtem oder unregelmäßig geformtem Terrain ermittelt werden

1. aus den gezeichneten Querprofilen durch Zerlegung derselben in Dreiecke oder Trapeze und durch Abgreifen der Dimensionen;
2. durch Auszählung mit Glastafel, Planimeter od. dgl.;
3. durch gutächtliche Streckung der Profillinien und Berechnung der Flächen aus den Cotangenten des Neigungs- und des Böschungswinkels;
4. mit Anwendung von Hilfstafeln, deren Ansätze nach Nr. 3 zu berechnen sind. S. Anhang.

§. 52.

Schneidet die nach § 45 gezogene Gefällinie das Bodenprofil zwischen zwei Stationspunkten, so daß der eine im Abtrag, der andere

im Auftrag liegt, so ist am sog. „Durchgangspunkt“ ein Zwischenprofil einzuschieben, dessen Querfläche = 0, eventuell gleich dem einfachen oder doppelten Grabenquerschnitt ist.

§. 53.

Eine Ausgleichung der Auf- und Abtragsmassen kann bewirkt werden

1. durch Hebung oder Senkung der Gefälllinie, resp. einzelner Teile derselben, parallel zu sich selbst;

2. durch Drehung derselben, resp. einzelner Stücke um einen festen Punkt;

3. durch seitliche Verschiebung der Wegmittellinie.

§. 54.

Bei der Ausgleichung der Auf- und Abtragsmassen ist unter Umständen auf die Volumvergrößerung der letzteren beim Aufbau des Wegkörpers Rücksicht zu nehmen.

Dieselbe beträgt nach Stötzer

1. bei Sandboden ca. 3%,
2. „ Lehmboden „ 6%,
3. „ Thonboden „ 15%,
4. „ Felsen „ 20%.

§. 55.

Nach erfolgter Ausgleichung (§. 53 und 54) werden die Querprofile endgiltig aufgetragen, die Erdmassen nochmals berechnet und die Höhe des Auf- oder Abtrags in jedem Stationspunkt sowohl für die Mittellinie, als für die Wegkanten abgepflöckt oder durch ein Lattengestell bezeichnet; wohl auch einzelne Musterstücke im Abtrag angefertigt.

IV. Ausführung der Grundbauten.

§. 56.

Die Loslösung der Abtragsmassen erfolgt je nach der Bodenbeschaffenheit

1. mit Schaufel und Spaten,
2. mit Rodhacke, Axt und Pickel,
3. mit Brecheisen, Keil und Schlägel,
4. durch Sprengung.

§. 57.

Bei der Sprengung kommen in Betracht

1. die Werkzeuge, nämlich Bohrmeisel, Handfäustel, Raumnadel, Raumlöffel, Ladestock;

2. die Sprengmittel, in der Regel Schießpulver oder Dynamit;

3. Weite der Vorgabe, Weite und Tiefe des Bohrlochs, Stärke der Ladung und des Besatzes;

4. Entzündung und Vorsichtsmaßregeln bei Abgabe des Schusses.

§. 58.

Die Beförderung der Abtragsmassen kann erfolgen

1. durch Werfen mit der Schaufel;

2. mit Tragbahren, hölzernen oder eisernen Mulden;

3. mit Schiebkarren oder Handkarren, wo möglich abwärts und auf Laufdiehlen;

4. mit Spannkarren oder Wagen.

§. 59.

Der Aufbau des Wegkörpers erfolgt unter Ausschluß unbrauchbarer oder anderweitig zu verwendender Materialien (z. B. grober Steine, Vegetabilien, Schnee) in der Richtung des Erdtransports. Zur Befestigung des Wegkörpers dienen

1. Flechtzäune oder Grabenauswurf am unteren Böschungsrande;

2. Stütz- und Futtermauern;

3. Rasenbelag oder Einsaat mit Gras- und Kleesamen;

4. Bepflanzung der Böschungen mit Weiden u. dgl.

§. 60.

Die Arbeiten werden am besten im Accord vergeben. Beim Kostenvoranschlag kommen in Betracht

1. Beschaffenheit und Größe der Abtragsmassen;

2. Förderweite sowie Transportrichtung und -Mittel;

3. Flächengröße und Art des zu beseitigenden Bodenüberzuges, bezw. des Wegkörpers.

Hiernach ist die Zahl der Tagesschichten zu veranschlagen, die mit dem ortsüblichen Tagelohn multipliciert die Kostensumme ergiebt.

§. 61.

Nach H. Karl's Anleitung zum Waldwegebau,[1]) Stuttgart 1842, sind für das Loshacken und einmalige Wegschaufeln eines Kubikmeters Abtragsmasse folgende Zeitaufwände zu rechnen:

1. bei lockerem Boden ohne Steine, Stöcke und Wurzeln	0,21	Tagschichten
2. bei dgl. mit Steinen, aber ohne Stöcke und Wurzeln	0,22	„
3. bei dgl. mit Stöcken und Wurzeln, aber ohne Steine	0,24	„
4. bei dgl. mit Steinen, Stöcken und Wurzeln	0,30	„
5. bei festem Boden ohne Steine, Stöcke und Wurzeln	0,27	„
6. bei dgl. mit Steinen, aber ohne Stöcke und Wurzeln	0,35	„
7. bei dgl. mit Stöcken und Wurzeln, aber ohne Steine	0,43	Tagschichten
8. bei dgl. mit Steinen, Stöcken und Wurzeln	0,53	„
9. bei geschichtetem Gestein, welches gebrochen werden kann,	0,61	„
10. bei Gestein, das gesprengt werden muß,	1,07	„

Demnach würde ein Arbeiter im Tage je nach der Bodenart 1 bis 5 cbm Grund losarbeiten können. Bei ganz leichtem Sandboden bringt er es nach Stötzer (a. a. O. S. 147) bis auf 7 cbm.

[1]) Vgl. C. Heyer, a. a. O. S. 51.

§. 62.

Nach demselben Autor[1]) sind für den Transport eines Kubikmeters Grund folgende Zeitaufwände einschließlich des Auf- und Abladens und des leeren Rückweges zu rechnen:

Entfernung	Transport mit Schiebkarren	zweispännigem Pferdefuhrwerk
m	Tagesschichten	
5	0,10	—
10	0,11	—
20	0,12	—
40	0,15	0,054
60	0,18	0,056
80	0,21	0,058

Entfernung m	Transport mit Schiebkarren	zweispännigem Pferdefuhrwerk
	Tagesschichten	
100	0,24	0,060
200	0,38	0,069
300	0,52	0,077
400	—	0,085
500	—	0,094
1000	—	0,135

Die entsprechenden Angaben Stötzers (a. a. O. S. 150 u. 153) stehen im allgemeinen etwas niedriger; insbesondere würden bei Anwendung zweirädriger Handkarren nur etwa 0,6 der obigen Sätze für Schiebkarrentransport zu rechnen sein.

[1]) Vgl. C. Heyer, a. a. O. S. 55 u. 56.

§. 63.

Für kunstgemäße Verebnung der Fahrbahn, der Böschungen und Grabenwände können außerdem noch 0,01 bis 0,015 Tagschichten auf das Quadratmeter der gesammten Wegfläche gerechnet werden.

Die Abräumung des Bodenüberzuges, wofür Stötzer je nach dem Materiale (Laub, Heide, Rasen, Strauchholz u. s. w.) 0,01 bis 0,17 Tagschichten p. qm in Ansatz bringt, ist in den Ziffern des § 61 einbegriffen.

V. Anlagen zur Ableitung des Wassers.

§. 64.

Wo die Abwölbung der Fahrbahn zu deren Trockenlegung nicht ausreicht, sind — namentlich an der Bergseite — Seitengraben zu ziehen. Deren Herstellungskosten werden entweder — gemeinschaftlich mit denjenigen des Grundbaues — nach der Aushubsmasse oder — für sich — nach der Länge veranschlagt.

§. 65.

Zur seitlichen Ableitung des Wassers sind an passenden Stellen Durchlässe anzulegen. Man unterscheidet:

1. offene Querrinden oder Mulden, gewöhnlich mit Grundpflaster versehen;
2. gedeckte Steinkanäle (Dohlen), in der Regel aus Trockenmauerwerk mit Deckplatten und Rollpflaster;

3. Holzkanäle;
4. Sickerdohlen oder Rasselkanäle;
5. Durchlässe aus Cement- oder Thonröhren u. dgl.

§. 66.

Bei Aufstellung des Kostenvoranschlags für Durchlässe sind folgende Leistungen getrennt in Anschlag zu bringen:

1 Ausheben des Grundes; vgl. § 61;
2. Lieferung des erforderlichen Materials an Holz, Steinen incl. Deckplatten, Thon- oder Cementröhren u. s. w.;
3. Aufführung des Mauerwerks, ca 1 cbm pro Tag;
4. Stellung des Grundpflasters, ca. 20 bis 30 qm pro Tag;
5. sonstige Arbeiten.

§. 67.

An einer Holzbrücke sind zu unterscheiden:

1. die Uferfesten, bestehend aus gemauerten Pfeilern oder Spundwänden;
2. das Brückengerüste und zwar:
   a) in einfachster Form, bestehend aus Mauerlatten und Brückenbalken, allenfalls verstärkt durch Unterzüge und Sattelhölzer;
   b) als Spann- oder Sprengwerk mit Strebebalken und Durchzügen;
   c) als Hängewerk mit Hängesäulen, Querstreben und Spannriegel;
3. der Brückenbelag aus Bohlen oder Schalhölzern mit Saumschwellen und Geländer.

An Stelle der Holzbalken sind unter Umständen Eisenschienen zu verwenden.

§. 68.

Beim Bau von Gewölbedohlen und Steinbrücken kommen in Betracht:

1. die Beschaffenheit des Baugrundes;
2. die erforderliche lichte Weite und Höhe des Baues;
3. die Pfeilhöhe des Gewölbes;
4. die Stärke der Widerlager und des Mauerbogens — Scheitel- oder Schlußstein- und Kämpferstärke —;
5. Flügel- und Stirnmauern, Strebepfeiler, Deck- und Traggurten, Eindeckung, Brüstung oder Geländer u. s. w.

VI. Versteinung der Fahrbahn.

§. 69.

Zur Herstellung einer chaussierten Fahrbahn gehören folgende Arbeiten, die auch im Kostenvoranschlag getrennt in Ansatz zu bringen sind:

1. Ausheben des Steinbettes;
2. Lieferung des erforderlichen Materials an Steinen, Kies u. s. w., wobei für das Aufsetzen der Steine ca. 0,12 Tagschichten pro cbm zu rechnen sind;
3. Stellung der Wandsteine (Rand-, Rabatt-, Bord- oder Leistensteine) oder eines sog. Rollkammes[1]); 30 bis 45 laufende Meter pro Tagschicht;
4. Stellung des Grundpflasters (Grundbaues, Gestückes oder der Packlage) vgl. §. 66 Nr. 4;
5. Steinklopfen, je nach Härte des Materials und Größe der Stücke, 1 bis 2 cbm pro Tag;
6. Deckung mit Kleinschlag, Schotter, Schlacken, Kies u. dgl.; 0,06 bis 0,12 Tagschichten pro cbm.

[1]) Th. Heyer, Wegebau-Arbeiten in der Oberförsterei Eichelsdorf; A. F. u. J. Z. 1878 S. 155 u. 1880 S. 369.

§. 70.

Die Koltz'schen (oder Luxemburgischen) Steinspuren[1]) bestehen aus zwei, von Mitte zu Mitte um Wagenspurweite von einander entfernten Längsgraben, welche mit Steinen ausgerollt werden. In Verbindung mit seitwärts ziehenden kleinen Sickerdohlen dienen sie zugleich zur Entwässerung des Wegkörpers.

[1]) Vgl. Kritische Blätter 1867, S. 256.

§. 71.

Nach dem System des englischen Ingenieurs Mac Adam können Steinbahnen mit erheblicher Kosten-Ersparnis nur aus regelmäßig aufgeschichtetem Kleinschlag, Steinschotter u. dgl. hergestellt werden.

VII. Sonstige Vorkehrungen zur Befestigung und Erhaltung der Fahrbahn.

§. 72.

Soll die Befestigung nur durch mineralische Stoffe bewirkt werden, so erfolgt dies je nach der Beschaffenheit des Untergrundes (Flugsand, Sumpf- oder Moorboden, Flußniederungen) entweder

1. durch bloßes Überfahren der Wegfläche mit Kies, Lehm, Schlacken u. dgl. oder
2. durch Abhub des unbrauchbaren Grundes und Aufbau des Wegkörpers aus fremdem Material.

Die Kosten lassen sich nach den Ansätzen der §§. 61 bis 63 berechnen.

§. 73.

Ein Holzbau im Wegkörper dient entweder nur zur Erhöhung und Befestigung desselben oder zur Herstellung einer Fahrbahn für besondere Transportmittel wie Schlitten oder Rollwagen 2c. 2c., die gewöhnlich im Eigenbetriebe des Waldbesitzers verwendet werden. Je nach Material und Ausführung werden unterschieden:

1. Faschinenwege,
2. Knüppel- und Reisigwege,
3. Schleif- und Schlittwege mit Streichrippen für die Sommerbahn,
4. Jochbauten, Pritschen, Brückengerüste u. dgl. an schwierigeren Stellen,
5. Holzschienenwege.

§. 74.

Zum Abschluß der Fahrbahn an abschüssigen Stellen, Durchlässen u. s. w. sowie zum Schutze der Fuhrwerke dienen:

1. Geländer von Holz, Stein oder Eisen,
2. Schutzmauern,
3. Prellsteine,
4. Baumpflanzungen.

§. 75.

Zur Erhaltung der Wege in fahrbarem Zustand sind je nach Umständen folgende Maßregeln zu ergreifen:

1. zeitweilige Absperrung der Wege unmittelbar nach dem Bau oder bei nassem Wetter;
2. Einhacken der Geleise, Ausfüllung derselben mit Steinschotter u. dgl. oder Anwendung des Wegehobels;[1])
3. Erneuerung der Stein-, Kies- oder Lehmdecke.

---

[1]) Weber's Wegehobel (55 M.) beschrieben in der Zeitschrift f. F.- u. J.-W. 1880, S. 550. — Elbinger Wegehobel (15 M.) ebendas. 1885, S. 706. — Wegehobel mit Egge, D. R.-P. Nr. 64210, 125 M., erfunden und zu beziehen von E. Neumann, Brühlsdorf bei Groß-Neudorf, Reg.-Bez. Bromberg.

VIII. Waldeisenbahnen.

§. 76.

Bei Anlage und Betrieb der Waldeisenbahnen kommen in Betracht:

1. Unter- und Oberbau,
2. Fahrzeuge,
3. Ladevorrichtungen,
4. Fahrt und Entladung,
5. Kostenaufwand,
6. Rentabilität.

A. Unter- und Oberbau.

§. 77.

Ständige Bahnstrecken, namentlich im Gebirge, erfordern regelmäßige Tracierung und sorgfältigen Unterbau; dabei

1. ca. 2 bis 2,5 *m* Kronenbreite mit meist einfacher Böschung und nötigenfalls Seitengräben, insbesondere an der Bergseite;
2. Gefälle nicht über 7% für die Thalfahrt, höchstens 3% für die Bergfahrt, in Kurven wo möglich weniger;
3. Kurvenhalbmesser von 10 bis 20 *m* und mehr je nach der zu benützenden Zugkraft (§ 86) und der Spurweite (§ 79);
4. Schwellenbettung in Sand, Kies, Steinschotter u. dgl.

Fliegende Geleise werden in der Regel ohne Unterbau verlegt.

§. 78.

Die Schwellen werden von Holz (Eichenholz, imprägniertem Buchen- oder Nadelholz ꝛc.) oder von Eisen (Flußeisen) in prismatischer, bezw. Trogform hergestellt. Für stehende Geleise sind Holzschwellen ausschließlich im Gebrauche; für fliegende haben Eisenschwellen manche Vorzüge.

Maße, Gewicht und Abstand der Schwellen sind von der Art der Verwendung, der Größe der Belastung, der Länge und Stärke der Schienen abhängig.

§. 79.

Bezüglich der Schienen und deren Verlegung auf ständigen Bahnstrecken sind folgende Punkte von Bedeutung:

1. Das Material, am besten Gußstahl;
2. die Form: Vignolprofil, symmetrisch oder unsymmetrisch;

3. Maße, Gewicht (4 bis 16 *kg* pro lauf. Meter) und Tragfähigkeit;
4. Befestigung auf der Schwelle mit Nägeln, Schrauben, Tirefonds, Nieten u. s. w.;
5. Spurweite, 60 bis 90 *cm*;
6. Stoßverbindung, ruhend oder schwebend, gleichmäßig oder ungleichmäßig versetzt, durch Laschen, Bolzen, Klapphaken, Schienenschuhe u. s. w.;
7. Krümmung der Schienen, Spurerweiterung und -Überhöhung in Kurven.

§. 80.

Bei der Konstruktion und Verlegung fertiger Schienenjoche (für fliegende Geleise) kommen in Betracht:
1. Länge, Gewicht und Spurweite;
2. parallele oder diagonale Armierung;
3. rechteckige, Trapez- oder Kurvenform.

§. 81.

Zur Verbindung, bezw. Ueberführung zwischen zwei Schienensträngen dienen:
1. Schienenbrücken,
2. Drehscheiben und Wendeplatten,
3. Weichen und zwar Zungen-, Schlepp- und Kletterweichen.

B. Fahrzeuge.

§. 82.

Bestandteile der Wagen sind:
1. das Rädergestell von Gußstahl mit ein- oder zweiflanschigen Rädern, welche meist mit den Achsen fest verbunden sind, sodaß letztere im Lager laufen; dazu eine Schmiervorrichtung;
2. das Untergestell von Holz oder Stahl mit oder ohne Federung, Buffer und Bremse, mit entsprechenden Vorrichtungen zum Anspannen und zu verschiedenen Aufsätzen;
3. das Obergestell mit drehbarem Rungen- oder Kippschemel für Langholz, mit Rahmengestell für Brennholz, mit Kippmulde, Kasten oder Plattform für Streu, Torf, Steine u. dgl.

§. 83.

Je nach der Art der Verwendung und der zu benutzenden Zugkraft (§ 86) kann das Gesamtgewicht eines Wagens in sehr weiten Grenzen (150 bis 950 kg) schwanken; ebenso dessen Tragfähigkeit (1200 bis 5000 kg).

C. Ladevorrichtungen.

§. 84.

Beim Verladen werden die Stämme entweder frei schwebend gehoben, sodaß Geleise und Wagen darunter geführt werden können, oder auf schiefer Ebene bis zu den Schemeln der daneben stehenden Wagen aufgezogen.

Gute Ladevorrichtungen sollen von 2 oder 3 Arbeitern rasch und leicht gehandhabt werden können, ohne Gefahr für dieselben und ohne Beschädigung der Wagen durch Ruck oder Stoß.

§. 85.

Gebräuchliche Ladevorrichtungen für Stammholz sind u. a.:

1. die gewöhnliche Heblade,
2. die Kasten- oder Zahnstangenwinde,
3. die Schraubenwinde,
4. Koppel's tragbarer Krahnen,
5. Spalding's dreiarmiger Zugkrahnen,
6. Dollberg's zweiteiliger Baumkrahnen,
7. die Osnabrücker Centralhebelade,
8. der Ladebaum.

D. Fahrt und Entladung.

§. 86.

Die Beförderung der beladenen oder leeren Wagen, resp. Wagenzüge kann erfolgen:

1. durch das eigene Gewicht,
2. durch Menschenkräfte,
3. durch Zugthiere,
4. durch Lokomotiven,
5. durch Bremswinden und Bremsberge.

§. 87.

Zur Entladung der Langholzwagen dienen hölzerne Böcke mit schief stehenden Trägern oder besondere dem Ladebaum ähnliche Vorrichtungeu.

Die Holzverwertung wird durch zweckmäßige Einrichtnng des Lagerplatzes wesentlich erleichtert.

E. Kostenaufwand.

§. 88.

Beim Kostenvoranschlage sind zu unterscheiden:

1. Unterbau;
2. Anschaffung der Schwellen und Schienen, bezw. fertiger Joche;
3. Verlegung der festen Geleise;
4. Anschaffung des rollenden Materials und der Ladevorrichtungen;
5. Transportkosten einschließlich des Verlegens der fliegenden Geleise;
6. Zins und Amortisation des Anlagekapitals.

F. Rentabilität.

§. 89.

Dem Kostenaufwand stehen bei zweckmäßiger Anlage und Benutzung einer Waldeisenbahn folgende Vorteile gegenüber:

1. Verminderung der Transportkosten;
2. Ermöglichung der Holzabfuhr zu jeder Jahreszeit;
3. Erzielung höherer Holzpreise, namentlich beim Verkaufe auf Sammellagern.

§. 90.

Auf die Rentabilität einer Waldeisenbahn-Anlage sind folgen-oe Umstände von Einfluß:

1. die Steigungsverhältnisse und der hiervon, sowie auch vom Wagengewicht abhängige Nutzeffekt der angewandten Zugkraft;
2. die Lage des Absatzgebietes;
3. die Masse des jährlichen Holzeinschlags;
4. die Ausführung der Bahnanlagen im Walde;
5. die Art des Bahnbetriebs — Eigenregie- oder Unternehmerbetrieb —;
6. der für andere Transportmittel zu berechnende Kostenaufwand.

Aufgaben-Sammlung.

Aufgaben-Sammlung.

Zu §. 12.

1. Es sind diejenigen Linien (Polygonzüge) anzugeben, deren Nivellement erforderlich und ausreichend sein würde, um die Waldkarte Fig. 1 — vgl. die Schilderung der örtlichen Verhältnisse unter Aufg. 24 — mit Horizontalkurven von 10 m vertikalem Abstand zu versehen.

Zu §. 13.

2. Die genaue Aufnahme der äußeren Waldgrenze habe — bei Abrundung auf ganze Decimeter —

für Punkt V eine Höhenkote = 10,0 m,
" " R " " = 49,9 "

ergeben. Es sei ferner die in voriger Aufgabe unter Nr. 3a bezeichnete Linie in Stationen von meist 50 m Abstand [1]) mit einem auf Prozent-Ablesung eingerichteten Nivellierinstrumente aufgenommen und das Resultat folgendes:

				Entfernung (m)	Ablesung (%)
Von	V	nach	1	50	+ 20,8
"	1	"	2	50	+ 28,2
"	2	"	3	50	+ 23,2
"	3	"	4	50	+ 29,0
"	4	"	5	50	+ 22,0
"	5	"	q	35	+ 22,8
"	q	"	6	50	+ 6,0
"	6	"	7	50	+ 1,8
"	7	"	8	50	+ 2,8
"	8	"	9	50	+ 4,4
"	9	"	m	63	+ 7,1
Von	m	nach	10	50	+ 17,0
"	10	"	11	50	+ 3,2
"	11	"	12	50	+ 0,8
"	12	"	13	50	— 1,8
"	13	"	14	50	— 2,0
"	14	"	o	46	— 15,3
"	o	"	15	50	— 13,2
"	15	"	16	50	— 11,6
"	16	"	17	50	— 13,4
"	17	"	18	50	— 25,2
"	18	"	19	50	— 14,4
"	19	"	R	30	— 15,7

Wie hoch berechnen sich die Abszissen und Höhenkoten der einzelnen Stationspunkte und welcher Genauigkeitsgrad ist erreicht?

[1]) Diese verhältnismäßig großen Abstände sind hier nur zur Abkürzung der Rechnung gewählt. In Wirklichkeit würde man Entfernungen von etwa 20 bis 30 m zu nehmen haben.

Zu §. 14.

3. Das Längenprofil des Meßzugs V q m o R auf dem Quadratnetz Fig. 2 fertig einzutragen; die Abszissen im Maßstab 1 : 10000, die Höhenkoten in 1 : 1000. Die Abstände der „Durchgangspunkte" von V, q, m und o lassen sich dann aus dem Profil unmittelbar mit dem Zirkel auf die Waldkarte (Aufg. 24) übertragen.

4. Die Durchgangspunkte des genannten Meßzuges mittelst rechnerischer Interpolation zu bestimmen.

5. Bei diesen Rechnungen handelt es sich stets um die Aufgabe, eine Linie von bestimmter, resp. mit dem Zirkel abzugreifender Länge nach Verhältnis zweier gegebener Zahlen — der Höhenunterschiede — zu teilen. Es ist ein „Diagramm" zu konstruieren, mittelst dessen diese Aufgabe ohne Rechnung gelöst werden kann.

Zu §. 21.

6. Welche Widerstände hat die Zugkraft P auf schiefer Ebene zu überwinden und wie sind dieselben zu bemessen?

7. Unter welchen Bedingungen halten sich die hier in Betracht kommenden Kräfte im Gleichgewicht und zwar:

a) bei der Thalfahrt und

b) bei der Bergfahrt,

wenn die Zugkraft parallel zur Unterlage wirkt (Fig. 4).

8. Wenn der Coefficient der gleitenden Reibung (nach Schuberg) beträgt:

a) bei hölzernen Schlittenkufen und trockener Holz- oder Steinbahn = $^1/_3$;

b) dgl. bei mit Talg geschmierter Bahn = $^1/_{14}$;

c) dgl. bei lockerer Schneebahn = $^1/_{30}$ und

d) bei eisenbeschlagenen Kufen und gefrorenem Schnee = $^1/_{50}$;

welche Steigungen darf dann die Bahn nicht überschreiten, wenn die Schlitten nicht von selbst abgleiten sollen?

9. Wenn der Reibungscoefficient bei Räderfuhrwerk nach Morin u. a. etwa wie folgt anzunehmen ist:

a) auf schlechten Erdwegen = 0,10,

b) auf guten Erdwegen = 0,05,

c) auf guten Steinbahnen (Chausseen) = 0,02 und

d) auf Eisenbahnen = 0,0033;

und wenn das eigene Gewicht des Motors (g) vernachlässigt wird; wie verhalten sich dann Last (G) und Zugkraft (P) auf horizontaler Bahn sowie bei 2 und 5% Steigung?

10. Wie verhalten sich G und P unter den nämlichen Voraussetzungen bei 5% Gefäll?

11. Welche Maximal-Steigungen sind für kürzere Wegstrecken zulässig, wenn den Zugtieren vorübergehend das doppelte ihres gewöhnlichen Kraftaufwandes zugemutet werden darf, und wenn im Übrigen die Voraussetzungen der vorletzten Aufgabe gemacht werden?

12. Das Gewicht eines mittelstarken Pferdes sei = 350 kg, dessen durchschnittliche Zugkraft = 60 kg, das Gewicht eines Leiterwagens = 600 kg und dasjenige eines Raummeters lufttrockenen harten Brennholzes = 500 kg.

Welche Steigungen oder Gefälle ergeben sich alsdann nach der Formel des §. 21 als zulässig, wenn 2 Pferde eine Fuhre mit 3 Raummetern ohne besondere Anstrengung ziehen sollen, und zwar für die in Aufg. 9 unter a bis c genannten Wegearten?

13. Bei voriger Aufgabe ist 8stündige Arbeitsdauer pro Tag und eine Fahrgeschwindigkeit von 1,10 m pro Sekunde unterstellt. Welche Steigungen würden dagegen als zulässig erscheinen, wenn man die erstere auf 5 Stunden, die letztere auf 80 cm reducieren dürfte?

14. Welche Änderungen wären an der unter Aufgabe 7 entwickelten Formel vorzunehmen, wenn die Zugstränge nicht parallel zur Unterlage verlaufen, sondern nach vorne um den Betrag eines kleinen Winkels β ansteigen? Und würde dies Verhalten günstig oder ungünstig wirken?

Zu §. 25.

15. Die Formel des §. 25 abzuleiten.

16. Die Konstruktion der gebräuchlichen Wagen gestattet eine Drehung des Vordergestells um 30 bis 45°. Welche Krümmungshalbmesser genügen hiernach für Brennholzfuhren von höchstens 4 m Abstand zwischen beiden Achsen?

17. Stämme werden so verladen, daß das dicke Ende auf den Vorderwagen zu liegen kommt, während der Zopf mit $^1/_4$ bis $^1/_3$ der ganzen Länge über den Hinterwagen hinausragt. Demnach würde für gewöhnliches Bauholz (von 16 bis 18 m Länge) ein Abstand beider Achsen von 12 m, für die längsten Stämme (bis 30 m) ein solcher von etwa 20 m genügen. Wie hoch berechnen sich hiernach die zulässigen kleinsten Krümmungshalbmesser?

18. Wie ist Figur 6 und die Formel des §. 25 abzuändern, wenn bei Langholzfuhren durch Lösung der Kette beim Hinterwagen

dieselbe Drehung ermöglicht wird, wie beim Vordergestell? Und welche Krümmungshalbmesser sind alsdann für die in Aufgabe 16 und 17 bezeichneten Fuhren notwendig?

Zu §. 26.

19. Welche Fahrbahnbreite wird für die in Aufgabe 16 und 17 bezeichneten Fuhren erfordert?

20. Besitzt die Fahrbahn die in voriger Aufgabe berechnete Breite nicht, so kann die Drehungsfähigkeit des Vorderwagens (Winkel α) nicht voll ausgenützt werden, wird also wieder ein größerer Krümmungshalbmesser erforderlich. Es ist daher die Beziehung zwischen diesem und der Fahrbahnbreite, unabhängig von α, durch eine Formel auszudrücken.

21. Welche Krümmungshalbmesser sind hiernach für 5 m breite Waldwege und für die Langholzfuhren der Aufg. 17 erforderlich, wenn $c = 2$ gesetzt wird?

22. Welche Beziehung besteht zwischen Wegbreite und Krümmungshalbmesser, wenn der Hinterwagen bei Langholzfuhren gelockert wird?

Zu §. 27.

23. Welche Krümmungshalbmesser berechnen sich für 5 m breite Waldwege und für die Langholzfuhren der Aufg. 17

a) nach der Schuberg'schen Näherungsformel, wenn die Länge der Bespannung (Deichsel 2c.) zu 4 m angenommen wird, und

b) nach der Gehrhardt'schen Formel?

Zu §. 31 und 32.

24. Auf der Waldkarte (Fig. 1) das Wegenetz so zu vervollständigen, daß der gegenseitige Abstand der Wege nirgends mehr als 250 m beträgt, aber an den steilsten Hängen bis auf etwa 100 m sinkt; daß also das Holz von allen Punkten des Waldes höchstens 100 bis 125 m weit und zwar an steilen Stellen nur abwärts zu tragen ist. Zur Erläuterung wird folgendes bemerkt:

Der 108 ha große Distrikt „Hangelstein" des Gießener Stadtwaldes ist ein Basalthügel mit 2 flachen Kuppen und teilweise sehr steilen Hängen; fast ringsum eingeschlossen von dem Walde der Gemeinde Wieseck, zu deren Gemarkung er auch gehört. Die Umgebung fällt mit weit schwächerer Neigung im S. W. nach dem Thale der Lahn, im N. nach demjenigen der Lumda und im S. O. nach dem Wieseckthale ab. Vor etwa 25 Jahren wurde die äußere (durch Schraffierung

bezeichnete) Grenze so reguliert, daß auf dem größten Teile derselben ein fahrbarer Weg angelegt werden konnte. Letzterer ist nur zwischen H und I wegen zu starken Gefälles unterbrochen und entfernt sich außerdem auf der kurzen Strecke PQ etwas von der Waldgrenze. Längs der letzteren verläuft zwischen A und VW eine Kreisstraße, welche hier die Wasserscheide zwischen Lahn und Lumda überschreitet und sich südwärts in der Richtung nach Gießen, nördlich nach dem Lumdathale senkt. Außerdem münden zahlreiche, für die Holzabfuhr benutzbare Waldwege auf die Distriktsgrenze ein; dieselben führen, meist mit mäßigem Gefälle, von B, C und D nach dem Lahnthale resp. nach der nahen Staatsstraße Gießen-Marburg, bei E, H, K, L und O nach den Orten im Wieseckthale, bei P, S und T nach denjenigen im Lumdathale, bezw. nach der vorhin genannten Kreisstraße.

Über die Bodenausformung im Innern des Waldes geben die rot eingezeichneten Horizontalkurven Aufschluß. Hiernach erhebt sich das Terrain von dem tiefsten Punkte A, der bei der Aufnahme als Nullpunkt gedient hat, in mannigfach wechselnder Steigung bis zu den beiden schon erwähnten Kuppen, deren Höhe etwas über 95 resp. 100 *m* beträgt. Der zwischen denselben bei M befindliche Sattel hat für die Weganlage zweifellos Bedeutung als „Knotenpunkt".

Von den im Inneren befindlichen Wegen sind nun nur diejenigen auf der Karte eingezeichnet, welche regelmäßig ausgebaut und deshalb jedenfalls beizubehalten sind. Dies gilt in erster Linie von dem „Hauptweg", welcher den höchsten Punkt W der Kreisstraße über a, b, c und d mit jenem Sattel bei M verbindet. Dieser Weg hat allerdings zwischen c und d bis zu 14% Steigung. Da er aber mit beladenem Wagen nur abwärts befahren zu werden braucht, da er ferner von b bis M der Sohle einer natürlichen Einsenkung folgt und deshalb auch nicht wohl anders gelegt werden kann, da er endlich neuerdings sogar chaussiert worden ist — was allerdings Bedenken erregen dürfte —, so muß er — wohl oder übel — als unabänderlich gegeben angesehen und dem weiteren Ausbau des Wegenetzes zu Grunde gelegt werden.

Durch den erwähnten „Hauptweg" ist nun der Distrikt in 2 annähernd gleiche Hälften getheilt. Die südliche Hälfte zeigt sich in ihrem tieferen und flacheren Teile bis zur Kurve 40 genügend mit fahrbaren Wegen versehen: 2 Schneißen, welche sich bei f ungefähr im rechten Winkel kreuzen, nebst der Verbindungsstrecke b e. Neue Weganlagen sind also lediglich für die Umgebung der ca. 95 m hohen Kuppe bei K nebst ihren Hängen erforderlich.

Dagegen sind in der nördlichen Hälfte solche Wege, welche den gestellten Anforderungen entsprechen, überhaupt nicht vorhanden. Beim Entwurfe eines Wegenetzes ist hier außer den Gefällverhältnissen zu beachten, daß 2 Steinbrüche — ein größerer noch in Betrieb befindlicher und ein kleinerer bereits verlassener — vorhanden sind, welche von den Wegen nicht durchschnitten werden können.

25. Wie verteilen sich die nach voriger Aufgabe entworfenen Wege auf die Kategorien des § 31?

Zu §. 35.

26. Vier Waldgrenzpunkte a, b, m und n sind durch ihre Koordinaten[1]) wie folgt gegeben:

Punkt	Abszisse	Ordinate
a	21968,7	3410,2
b	22018,5	3178,4
m	21559,3	3260,0
n	21611,1	3521,5

Der Punkt a soll mit einem Punkte p, der auf der Strecke m n und zwar 120 Meter von m entfernt liegt, durch eine Schneiße verbunden werden. Wie groß ist der Durchhiebswinkel[2]) bei a und wie lang wird die Schneiße?

[1]) Nach dem in Hessen gebräuchlichen Systeme werden die Abszissen resp. deren positive Differenzen in der Richtung von Süden nach Norden, die Ordinaten ebenso von Westen nach Osten aufgetragen. Hiernach ist zunächst ein Situationsplan etwa im Maßstab 1 : 10000 zu entwerfen.

[2]) Alle Winkel werden in der Richtung des Uhrzeigers gemessen, die Azimuthe vom Meridian aus.

27. Wie hoch würde sich der Durchhiebswinkel der vorigen Aufgabe (annähernd) berechnen, wenn die Koordinaten nicht gegeben, wohl aber aus einer vorliegenden Waldkarte die Längen der betr. Seiten wie folgt abgegriffen wären?

Seite ab = 240 m
„ ap = 390 „
„ bp = 480 „

28. Bei einer probeweisen Absteckung der gesuchten Schneiße von Punkt a aus habe man den Punkt p nicht angetroffen, sondern sei 7 Meter zu weit nach links (gegen m hin) gekommen. Wie ist die Absteckung zu verbessern?

Zu §. 36.

29. Bei Absteckung der Weglinie e g h J (Aufg. 24) mit der dort berechneten Steigung von 8,5 % sei man, von Punkt e beginnend, nicht auf Punkt J, sondern weiter nach K hin, also zu hoch gekommen. Wie ist die Absteckung zu verbessern?

Weitere Beispiele zu § 36 finden sich unter Aufg. 24, Nr. 2.

Zu §. 37.

30. Sind Gegenzüge mit Rampen-Anlagen unter Aufg. 24 vorgesehen und wo?

31. Die Figur 9 stellt (im Maßstab 1 : 10000) einen nach rechts mäßig, nach links steil abfallenden Bergkegel dar. Der vertikale Abstand der Schichtlinien (Horizontalkurven) soll 5 m betragen.

Es sei der Punkt a mit der Waldgrenze bei n durch einen Weg von höchstens 5 % Steigung zu verbinden. Werden dabei Gegenzüge nötig und wohin sind vorkommenden Falles die Rampen zu legen?

Zu §. 38.

32. In Figur 10 sind die beiden vom Schnittpunkt c gleich weit entfernten Punkte a und b durch einen Bogen nach der Viertels-methode zu verbinden. Zu diesem Zwecke wird die Verbindungslinie ab gezogen und halbiert, dann ebenso die Linie dc; deren Mittelpunkt e gilt als erster gefundener Bogenpunkt.

Weitere Bogenpunkte ergeben sich, indem man die Verbindungslinien ae und be halbiert und auf den Mittelpunkten derselben Senkrechte errichtet, welche = 1/4 der vorigen „Pfeilhöhe" de gesetzt werden. In gleicher Weise wird fortgefahren bis genügend viele Bogenpunkte abgesteckt sind.

In Figur 10 sind auf die angegebene Art noch weitere je 3 Bogenpunkte links und rechts von e einzutragen und dann durch eine Bogenlinie zu verbinden.

33. Ist die nach voriger Aufgabe konstruierte Bogenlinie ein genauer Kreisbogen? Wenn nicht, wie können die Bogenpunkte e u. s. w. richtiger gefunden werden und wie groß ist der bei dem ersteren begangene Fehler?

34. Es sei in Fig. 11 ac = bc = 15 m und ∢ acb = 106° a. T. Wie hoch berechnen sich die Pfeilhöhen p und p' und zwar:

a. mathematisch genau und

b. nach den Näherungswerten der Viertelsmethode,

sowie der Krümmungshalbmesser r?

35. In Fig. 12 und 13 sind die vom Schnittpunkt c ungleich weit entfernten Punkte a und b durch einen Bogen, der selbstverständlich kein Kreisbogen sein kann, nach folgenden empirischen Methoden zu verbinden:

a. In Fig. 12 werden die Strecken ac und bc in etwa je 4 gleiche Teile geteilt, die Teilungspunkte numeriert und durch Hilfslinien mit den Punkten a und b verbunden. Die drei Schnittpunkte der mit gleichen Nummern versehenen Hilfslinien bezeichnen alsdann den Bogen, der freihändig auszuziehen ist.

b. In Fig. 13 wird die Verbindungslinie ab gezogen und halbiert; der Scheitelpunkt des Bogens findet sich alsdann in der Mitte der Strecke cd bei e. Weitere Bogenpunkte ergeben sich, indem man die Strecken ad, bd und ec etwa in je 3 gleiche Teile zerlegt, die Hilfslinien zieht und die Schnittpunkte der mit gleichen Nummern bezeichneten Hilfslinien aufsucht. Auch dieser Bogen ist freihändig einzuzeichnen.

Im Walde wird die Ausführung derartiger Konstruktionen wie auch die Anwendung der Viertelsmethode oft nicht leicht zu bewerkstelligen sein, weil sie freie Durchsicht nach den verschiedensten Richtungen hin erfordern. Das nämliche gilt in noch erhöhtem Maße von der sog. Halbierungsmethode, bei welcher die Pfeilhöhen der einzelnen Teilstücke des Bogens ebenso wie dessen Scheitelpunkt, d. h. durch Halbierung der betr. Strecken gefunden werden.

Zu §. 39.

36. Kann die Viertelsmethode ebenfalls zur Konstruktion eines Bogens von bestimmtem Halbmesser angewendet werden und welche Messungen und Berechnungen sind dazu erforderlich?

37. Für den Winkelzug der Aufg. 34 die Lage des Krümmungsmittelpunktes und beider Berührungspunkte

a. mittelst Rechnung und

b. mittelst graphischer Konstruktion zu finden, wenn der Krümmungshalbmesser 25 m betragen soll.

Der Auftrag der Kurve erfolgt alsdann in der Zeichnung mittelst des Zirkels, im Walde mittelst Abmessung beliebig vieler Radien vom Krümmungsmittelpunkte aus.

38. Eine Formel abzuleiten, nach welcher die Ordinaten der Bogenpunkte zu beliebig gewählten, auf der Tangente abgegriffenen Abszissen berechnet werden können.

In welchen Grenzen werden sich diese Koordinaten bewegen?

39. Wie sind die Koordinaten der einzelnen Bogenpunkte zu berechnen, wenn diese gleichen Abstand von einander haben sollen?

40. Können die unter Aufg. 38 und 39 entwickelten Formeln auch für Ordinaten, welche auf der Sehne a b als Abszissenachse errichtet werden sollen, Anwendung finden?

41. Zwei Weglinien, welche im Winkel von 72° auf einander stoßen, sollen durch einen inneren Bogen von 12 m Radius verbunden werden. Es sind 7 Bogenpunkte von gleichem Abstand durch ihre Koordinaten zu bestimmen.

42. Wie hoch berechnet sich die Länge b jedes einzelnen Bogenstückes, die zugehörige Sehne s und die Länge des ganzen Bogens B?

43. In welchem Verhältnis steht das Steigungsprozent des Kreisbogens zu demjenigen, mit welchem die Weglinie ursprünglich abgesteckt war? Wenn das letztere z. B. im Falle der Aufg. 41 = 5% war, wie groß ist dann die Erhöhung des Prozentsatzes?

44. Nach Aufg. 43 ist die Erhöhung des Steigungsprozentes vom Halbmesser unabhängig und nur durch die Größe des Winkels M bedingt. Wie viel beträgt dieselbe hiernach, wenn M = 90°?

45. Die kürzesten Ordinaten ergeben sich, wenn man nur für die beiden ersten Bogenpunkte (Nr. 1 und 2 in Fig. 16) die Tangente, weiterhin dagegen die jedesmalige Verlängerung der Sehne des vorhergehenden Bogenstückes als Abszissenachse benutzt; d. h. wenn man jeden folgenden Bogenpunkt aus der Richtung der beiden vorhergehenden um ein bestimmtes Maß nach der Innenseite hin einrückt. Daher der Name „Einrückungsverfahren".

Es sind Formeln abzuleiten, nach denen sich in diesem Sinne Abszissen und Ordinaten gleich weit von einander entfernter Bogenpunkte berechnen lassen.

Dieses Verfahren ist besonders auch dann anwendbar, wenn an eine gerade Weglinie ein Kreisbogen angeschlossen und soweit fortgesetzt werden soll, bis eine Stelle erreicht ist, die sich wieder zum Übergang in die gerade Linie (Tangente) eignet.

46. Für das Beispiel der Aufg. 41 die Koordinaten der Bogenpunkte Nr. 2, 3 u. s. w. nach dem Einrückungsverfahren zu bestimmen, wenn

a) wie dort 7 Bogenpunkte von gleichem Abstand festgelegt werden sollen oder

b) der letztere willkürlich, z. B. = 2 m gewählt werden darf.

Wie viel Bogenpunkte würden wir im zweiten Falle erhalten?

Zu §. 40.

47. Wenn bei Aufg. 43 das Gefäll innerhalb des Bogens nicht mehr als 6% betragen soll, so müssen die Berührungspunkte Nr. 1 und 7 (Fig. 15) entsprechend höher resp. tiefer gelegt werden. Wie hoch sind Auf- und Abtrag an diesen Punkten zu nehmen und auf welche weitere Strecken ist, außer dem Bogen, die Steigung von 6% noch auszudehnen?

48. Die Aufnahme eines abgesteckten Wegzuges (mittelst Theodolith oder Bussole) hat folgendes ergeben:

Station	Horiz.-Winkel	Entfernung
a	.	.
b	195°	20 m
c	172°	18 „
d	48½°	26 „
e	189°	22 „
f	171°	21 „
g	.	20 „

Hiernach ist mit Hilfe eines Transporteurs der Grundriß etwa im Maßstab 1 : 500 aufzuzeichnen und alsdann der spitze Winkel bei d durch eine austretende Bogenlinie von 15 m Radius so zu ersetzen, daß das Gefälle innerhalb des Bogens nicht erhöht wird. Die Lage des Krümmungsmittelpunktes wird durch Probieren gefunden.

49. Wohin fällt der Krümmungsmittelpunkt m, wenn der Meßzug a b c d e f mit 6,5% abgesteckt ist und die Bogenlinie 18 m Radius, aber nicht mehr als 5,5% Steigung haben soll?

50. Wie kann die Bogenkonstruktion des Grundrisses (Fig. 17) auf das Terrain übertragen werden?

51. Kann es unter Umständen zweckmäßig sein, den Krümmungsmittelpunkt m nicht auf die Halbierungslinie des Winkels c d e zu verlegen?

Zu §. 41.

52. An Hängen von gleichmäßiger Neigung sind Maß, Form und Lage der austretenden Bogenlinien offenbar nur vom Neigungswinkel der Bodenoberfläche, vom Gefälle, das der Weg haben soll, und vom Krümmungshalbmesser abhängig. Es soll versucht werden, diesem Abhängigkeitsverhältnis einen einfachen mathematischen Ausdruck zu geben.

Um dabei an Stelle der zahlreichen möglichen Übergangsformen zwischen Kreisbogen und gerader Linie (vgl. Aufg. 48 und 49) eine bestimmte, für alle Fälle übereinstimmende Konstruktion einzuführen,

soll angenommen werden, daß die fragliche Verbindungslinie beiderseits eine, zur Halbierungslinie des Gegenzugs-Winkels (α in Fig. 19) parallele Tangente (ea und fc) sein soll und daß von einer Abrundung des stumpfen Winkels bei a und c vorerst abgesehen wird. Der abzusteckende Bogen ist dann gerade ein Halbkreis.

In Fig. 19 soll der Krümmungshalbmesser me = mf = ad = dc mit r, die Strecke ab = bc mit t, die Entfernung des Krümmungsmittelpunktes m von d (dm = ea = fc) mit x; der Gegenzugs-Winkel abc mit α bezeichnet werden.

Zunächst entsteht nun die Frage: Wie groß ist dieser Winkel α, wenn die Bodenneigung überall n% und das Gefälle, mit dem der Gegenzug abgesteckt wurde, p% beträgt?

53. Die Größe des Winkels α für alle Kombinationen der Werte

n = 10 20 30% und
p = 3 5 7%

zu berechnen und übersichtlich zusammenzustellen. Die Winkelmaße sind in Graden (alter Teilung) mit einer Decimalstelle anzugeben.

54. Welche Lage müssen die Punkte a, c und m haben, bezw. wie groß werden die Strecken t und x, wenn die ganze Kurve das nämliche Gefäll erhalten soll, wie der abgesteckte Gegenzug abc?

55. Die Weite von t und x für die Kombinationen der Aufgabe 53 und für die Krümmungshalbmesser von 10, 15 und 20 m Länge zu berechnen und übersichtlich zusammenzustellen. Es genügt eine Längenangabe in Metern mit einer Decimale.

56. Wie wäre die Rechnung zu führen, wenn das Gefälle innerhalb der Kurve ein schwächeres sein sollte, als dasjenige, mit welchem der Gegenzug abgesteckt worden ist?

57. Wie tief wird bei Ausführung der Wegkurve mit p% Gefäll der Einschnitt bei e und i, bezw. wie hoch die Auffüllung an den gegenüberliegenden Punkten?

58. Für die Kombinationen der Aufg. 55 sind die Auf- resp. Abtragshöhen h_1 und h_2 sowie die Länge des Bogenstücks

$$ie = s = \frac{r.\pi.\alpha}{360}$$

zu berechnen und übersichtlich zusammenzustellen. Für s genügt Angabe in Metern mit einer Decimale; für h_1 und h_2 Angabe in Centimetern.

Ein weiteres, teilweise hierher gehöriges Beispiel folgt unter Aufgabe 81.

Zu §. 44.

59. Die Mittellinie eines Schneißenstückes im Gießener Stadtwald wurde in Stationen von je 20 m Entfernung „aus der Mitte" nivelliert mit folgendem Ergebnis:

Station	Lattenhöhe (cm) rückwärts	Lattenhöhe (cm) vorwärts
1	143	.
2	141	154
3	127	156
4	129	153
5	123	169
6	146	167
7	144	156
8	111	134
9	82	195
10	106	177
11	111	194
12	98	196
13	78	203
14	107	202
15	131	159
16	163	161
17	182	146
18	163	116
19	157	130
20	.	128

Es ist für jeden Stationspunkt Abszisse und Höhenkote zu berechnen und das Längenprofil mit Benutzung des Quadratnetzes Fig. 20 aufzuzeichnen. Maßstab der Abszissen = 1 : 2000, der Höhenkoten = 1 : 100.

Zu §. 45.

60. In dem nach Aufg. 59 gezeichneten Längenprofil eine vorläufige Gefällinie zu entwerfen, welche

1. den allgemeinen Vorschriften des § 45 entspricht,
2. nirgends mehr als 4,5% Steigung aufweist und
3. die Thalsohle zwischen Stat. 14 und 18 mit höchstens 70 cm Auftragshöhe überschreitet.

Zu §. 46.

61. Die Auf- und Abtragshöhen für die einzelnen Stationen zu berechnen.

Zu §. 47.

62. Die Aufnahme der Querprofile hat bei Station 2, 8 und 17 folgende Höhenunterschiede gegenüber dem Stationspunkte ergeben:

bei Station 2:

links	in	1,6	m Entfernung:	± 0 cm
"	"	2,5	" "	+ 24 "
"	"	4	" "	+ 9 "
rechts	"	2	" "	— 6 "
"	"	4	" "	— 40 "

bei Station 8:

links	in	1,8	m Entfernung:	+ 29 cm
"	"	4	" "	+ 18 "
rechts	"	2,3	" "	— 25 "
"	"	4	" "	— 80 "

bei Station 17:

links	in	1,7	m Entfernung:	+ 25 cm
"	"	4	" "	+ 85 "
rechts	"	1,3	" "	± 0 "
"	"	1,9	" "	— 50 "
"	"	4	" "	— 65 "

Diese 3 Querprofile sind in Fig. 20 so wie angefangen fertig einzuzeichnen. Die Bezeichnungen „links“ und „rechts“ gelten für die Richtung der Stationsnummern.

63. An den übrigen Stationspunkten ist nur die Bodenneigung nach links und rechts auf 4 m Entfernung in Prozenten ermittelt und zwar wie folgt:

bei	Station	1 :	beiderseits horizontal,
"	"	3 bis 6 :	links horizontal,
			rechts — 5%,
"	"	7 :	links + 3%,
			rechts — 16%,
"	"	9 und 10 :	beiderseits horizontal,
"	"	11 bis 14 :	links + 7%,
			rechts — 12%,

bei Station 15 : links — 6%,
rechts — 23%,
„ „ 16 : links + 3%,
rechts — 29%,
„ „ 18 und 19 : links horizontal,
rechts — 9%.

Diese Querprofile können nach Belieben ebenfalls auf Millimeterpapier gezeichnet werden; nötig ist es aber für die Erdmassenberechnung nicht.

Zu §. 48.

64. In die Querprofile der Stationen Nr. 2, 8 und 17 (Fig. 20) die normalen Wegprofile so wie angefangen fertig einzuzeichnen. Die Dimensionen sind: Wegbreite = 5 m, Grabenbreite = 1 m, Böschung = einfach, Grabentiefe = 40 cm, folglich Sohlenbreite = 20 cm.

Ist der Auftrag an der Wegseite höher als die Grabentiefe (Station 17 rechts), so fällt der Graben weg.

Zu §. 50.

65. Die Abtragsmasse zwischen Station 9 und 10 zu berechnen.

Zu §. 51 und 52.

66. Die Flächen des Auf- und Abtrags bei Station 2, 8 und 17 aus den gezeichneten Querprofilen (Fig. 20) durch Zerlegung in Dreiecke oder Trapeze und Abgreifen der Dimensionen oder durch Auszählen der kleinen Quadrate (à 0,01 qm) zu ermitteln.

67. „Durchgangspunkte" finden sich nach dem Längenprofil zwischen Station 7 und 8 sowie zwischen Station 13 und 14. Deren horizontale Entfernungen von Station 7 resp. 13 sind zu ermitteln; dgl. die zugehörigen Querprofilflächen.

68. Für alle übrigen Stationen sind die Querflächen des Auf- und Abtrags der Hilfstafel (Anhang) zu entnehmen und ist hiernach die Erdmassenberechnung mit Hilfe des Formulars im Anhang auszuführen.

Das letztere kann nach Belieben auch zu einem anderen, etwa selbst aufgenommenen Wegprojekt benützt werden.

Zu §. 53 bis 55.

69. Nach voriger Aufgabe gleichen sich Auf- und Abtrag der Strecke 7a bis 20 gegenseitig nahezu aus, können also vorerst unver-

ändert bleiben. Dagegen ergiebt sich sich auf der Strecke 1 bis 7a ein Abtrags-Überschuß von 72 cbm. Wie kann dieser beseitigt werden, wenn Station 1 weder höher noch tiefer gelegt werden darf?

70. Welche veränderten Auf- und Abtragshöhen ergeben sich nunmehr für die einzelnen Stationen zwischen Nr. 1 und 8? Und findet auch eine Verlegung der „Durchgangspunkte“ (Aufg. 67) statt?

71. Auf Grund dieser Veränderungen die Erdmassenberechnung zu berichtigen.

72. Die berichtigte Gefälllinie nunmehr endgiltig in das Längenprofil (Fig 20.), etwa mit roter Tinte, einzuzeichnen.

73. Wie wäre die Gefälllinie zu legen, wenn nach §. 54 Nr. 2 eine Auflockerung der Abtragsmassen um 6% angenommen werden dürfte?

74. An einem Berghang von gleichmäßiger Neigung, die durchschnittlich 36% beträgt, soll ein Weg von 4,5 m Kronenbreite, einfacher Böschung und einem 1 m breiten und 40 cm tiefen Graben an der Bergseite angelegt werden. Wie kann dies ohne Abtragsüberschuß resp. Erhöhung der Wegmittellinie geschehen?

Zu §. 60 bis 63.

75. Welchen Zeitaufwand wird der in Aufg. 52 ff. besprochene Wegbau für die Loslösung der Abtragsmassen erfordern, wenn die Bodeneinschläge ergeben haben, daß

zwischen Station 1 und 7a fester Thonboden mit Stöcken und Wurzeln, aber ohne Steine, dagegen

von Station 7a ab weiterhin ein nicht durchwurzelter, aber mit Basaltbrocken gemengter Lehmboden vorhanden ist, der zwischen „fest“ und „locker“ etwa die Mitte hält?

76. Bezüglich des Erdtransportes ist anzunehmen, daß diejenigen Abtragsmassen, welche innerhalb der einzelnen Wegstrecken, z. B. zwischen Station 4 und 5 (Aufg. 71) mit 7 cbm selbst wieder zum Aufbau des Wegkörpers dienen, hier nur weggeschaufelt werden, also nach §. 61 keinen besonderen Transportaufwand erfordern; daß dagegen der jeweilige Abtragsüberschuß, z. B. zwischen Station 4 und 5 mit $4 + 5 - 7 = 2$ cbm, allemal von der Mitte einer Strecke bis zur Mitte der folgenden oder nächstfolgenden u. s. w., mithin jedesmal entweder 20, oder 40, 60 . . . . m weit zu befördern sei.

Ferner ist zu beachten, daß nach §. 59 der Aufbau des Wegkörpers stets in der Richtung des Erdtransports erfolgt; also z. B. bei Station 5 zu beginnen und über Station 6 nach 7 hin fortzusetzen ist,

nicht etwa in umgekehrter Richtung. Demnach ist die zwischen 5 und 6 erforderliche Auftragsmasse von 28 cbm wie folgt zu beschaffen:

2 cbm ergiebt die Strecke selbst,
2 „ kommen von der Strecke 4—5, also mit 20 m Transportweite,
19 „ kommen von der Strecke 3—4, also mit 40 m Transportweite,
5 „ kommen von der Strecke 2—3, also mit 60 m Transportweite.

Nach dieser Anleitung sind für sämtliche zu transportierenden Erdmassen die Entfernungen zu berechnen und die drei letzten Spalten des Formulars für Erdmassenberechnung (Anhang) auszufüllen.

77. Welcher Zeitaufwand berechnet sich hiernach für den gesamten Erdtransport, wenn derselben mit Schiebkarren ausgeführt wird?

78. Wie hoch beläuft sich hiernach der Gesamt-Kostenvoranschlag, wenn außer den Ansätzen unter Aufg. 75 und 77 noch für die kunstgemäße Verebnung der Fahrbahn sowie der Böschungen und Grabenwände (§. 63) 0,012 Tagschichten pro qm Wegfläche zu rechnen sind und wenn der ortsübliche Tagelohn 2 Mark beträgt?

79. Wieviel könnte an den Kosten erspart werden, wenn zum Erdtransport zweirädrige Handkarren verwendet würden? Vgl. §. 62 Schlußsatz.

80. Würde der Erdtransport mit zweispännigem Pferdefuhrwerk, nach §. 62 theuerer oder billiger zn stehen kommen, als der mit Schiebkarren, wenn bei ersterem ein Tagelohn von 11 Mark für das Gespann (einschließlich des Auf- nnd Abladens) zu rechnen wäre?

81. An einem Hange von 19% Bodenneigung, mit lockerem steinigem und durchwurzeltem Boden, ist ein Gegenzug mit 6% Steigung abgesteckt. (Vgl. §. 41.) An dessen Stelle soll eine austretende Bogenlinie von 5% Gefälle und 12 m Radius gesetzt werden. Wie hoch berechnen sich Auf- und Abtragsmasse innerhalb der Kurve sowie der Kostenvoranschlag, wenn der Weg mit 5 m Kronenbreite und einfachen Böschungen ohne Seitengraben angelegt wird?

Zu §. 64.

82. Wie hoch stellt sich der Kostenaufwand für 1 Meter Graben bei dem unter Aufg. 59 ff. besprochenen Wegbau?

Zu §. 65 und 66.

83. Durch einem 5 m breiten Wegdamm von 75 cm Höhe über der Grabensohle soll ein gemauerter Steinkanal (Dohle) von 40 cm lichter Weite und Höhe mit Deckplatten und Rollpflaster (zwischen den Mauern) gebaut werden. Die Mauern erhalten eine Stärke von 50 cm, Seitenflügel von gleicher Stärke und ein Fundament (unterhalb der Grabeusohle) von 20 cm Tiefe. In welcher Form ist der Grund auszuheben und wie hoch berechnen sich die Aushubsmasse und der Kostenbetrag für dieselbe? Dabei ist „fester Boden ohne Steine, Wurzeln und Stöcke" zu unterstellen und der Einfachheit halber von Böschungen abzusehen. Tagelohn = M. 1,80.

84. Wie hoch stellt sich die Steinlieferung für Mauerwerk und Rollpflaster (von 20 cm Höhe), wenn die Steine in einem 500 m weit entfernten Bruche gewonnen und von da angefahren werden? Dabei ist zu unterstellen, daß für je 1 cbm Mauerwerk 1,25 cbm Steine, wie sie der Bruch liefert, erforderlich sind und daß der Fuhrlohn pro Tag 9 Mark beträgt.

85. Was kosten die Deckplatten (80 cm lang, 20 cm dick), wenn für dieselben, weil sie schwieriger zu gewinnen sind, das doppelte des unter Aufg. 84 berechneten Brecherlohns in Ansatz gebracht wird?

86. Wie viel ist für Aufführung des Mauerwerks zu rechnen, wenn der Taglohn für einen gelernten Maurer 2,50 M. beträgt?

87. Für Stellung und Abkeilen des Rollpflasters sind nach §. 66 etwa 0,04 Tagschichten pro qm zu rechnen. Wieviel kostet hiernach der ganze Kanalbau?

NB. Dabei wird unterstellt, daß der Wegdamm mit einem Teile des ausgehobenen Materials wieder in ursprünglicher Höhe aufgefüllt und verebnet wird. Sollte der Kanal, wie es häufig geschieht, eine Steindecke erhalten, so wäre diese nach §. 69 besonders zu veranschlagen.

88. Welchen Kostenaufwand würde eine 1 m breite Sickerdohle (Rasselkanal) — an Stelle des unter Aufg. 83 bis 87 besprochenen gemauerten Durchlasses — verursachen, wenn für sorgfältiges Einstellen und Verkeilen der ca. 75 cm hohen Steinschichte das vierfache des unter Aufgabe 87 genannten Betrags zu rechnen wäre?

89. Die Herstellungskosten für einen Holzkanal — an gleicher Stelle — zu veranschlagen, wenn derselbe 50 cm lichte Weite, 40 cm lichte Höhe und eine doppelte Holzdecke erhalten soll. Zu letzterer wären etwa 15 cm dicke Eichenprügel (a) und 10 cm starke Fichtenstangen (b)

so, wie Fig. 25 andeutet, zu verwenden. Wert des Eichenholzes = 12 M., des Fichtenholzes = 8 M. pro cbm. Auf die Fichtenstangen kommt eine circa 10 cm dicke Erd- oder Rasenschicht (c).

Zu §. 67 und 68.

Die Aufstellung des Voranschlags für Holz-, Eisen- oder Steinbrücken wird in der Regel nicht Aufgabe des Forstverwalters sein, sondern einem ad hoc zugezogenen Bautechniker obliegen. Aus diesem Grunde wird hier von der Anführung einschlägiger Beispiele abgesehen. Übrigens werden die einzelnen Ansätze im wesentlichen dieselben sein wie unter §. 66, nämlich:

1. Ausheben des Grundes, insbesondere bei der Fundamentierung; eventuell Anlage eines Rostes unter dem Mauerwerk;
2. Kubikinhalt des Mauerwerks;
3. Lieferung von Steinen, Holz- und Eisenteilen wie Bolzen, Schrauben, Schienen, Nägel u. s. w.;
4. Beschlagen des Holzes, wobei nach Stötzer 10 laufende Meter auf eine Tagschicht gerechnet werden können;
5. Aufführung des Mauerwerks (vgl. §. 66, Nr. 3) und der Gewölbe; bei letzteren 2 bis 2,5 Tagschichten pro qm;
6. Sonstige Arbeiten, wie Herstellung des Brückenbelags, Geländers u. s. w.

Zu §. 69.

90. Ein aus lockerem, steinigem, aber wurzelfreiem Boden hergestellter und bereits abgewölbter 5 m breiter Waldweg soll eine regelmäßige Steindecke (Chaussierung) von 3,5 m Breite und 25 cm Höhe mit Rollkamm erhalten. Es sind die Herstellungskosten für das laufende Meter bei einem Tagelohn von 1,50 M. zu veranschlagen und dabei zu unterstellen, daß die erforderlichen Steine aus einem 1 km weit entfernten Bruche bei 8 M. Fuhrlohn pro Tag zu beschaffen sind.

91. Wieviel ließe sich hieran ersparen, wenn man das gesamte Steinmaterial zum Grundbau verwenden und nur eine leichte Überdeckung des letzteren mit einem Teile des ausgehobenen Steinbettes ausführen würde?

92. Welche weitere Ersparnis tritt ein, wenn nach §. 54 der „gewachsene Fels" beim Brechen eine Auflockerung um 20% seines Volumens erfährt und sämtliches gebrochene Material auch wirklich verwendbar ist?

Zu §. 70.

93. Mit welchem Kostenaufwand ließen sich anstatt der vollständigen Steindecke unter übrigens gleichen Umständen Steinspuren von 60 cm Breite und 25 cm Tiefe ausführen?

Zu §. 71.

94. Was würde die Macadamisierung des nämlichen Waldwegs kosten, wenn dazu Schotter und Abraum eines benachbarten Steinbruchs verwendbar und zu 1,50 M. pro cbm an Ort und Stelle zu liefern wäre?

Zu §. 88.

95. An einem Hange von durchschnittlich 20% Bodenneigung, mit festem steinigem, aber wurzelfreiem Boden (etwa Thonschiefer) soll eine Waldeisenbahn gebaut werden. Was kostet das laufende Meter Unterbau, wenn die Kronenbreite 2,25 m betragen soll, die Böschung einfach und an der Bergseite ein Graben von 75 cm Breite und 30 cm Tiefe gezogen wird? Tagelohn = 1,80 M.

96. An einer Stelle von nur 10% Bodenneigung soll die Bahn einen Gegenzug (Serpentine) mit 5% Steigung und 15 m Radius bilden. Wie hoch stellt sich hierbei cet. par. der Kostenaufwand vom laufenden Meter?

97. Ein Gebirgsrevier von 1200 ha Flächengröße mit Gehängen von 10 bis 30% Bodenneigung soll durch den Bau einer Waldeisenbahn aufgeschlossen werden. Dazu sind nach ausgearbeitetem Projekte 9 km Stammgeleise und 500 m fliegende Geleise erforderlich; außerdem zwei Drehscheiben, drei Weichen, eine Ladevorrichtung, 12 Wagen mit Drehschemeln für Langholz- und vier Rahmengestellen für Brennholz-Transport. Wie hoch belaufen sich die gesammten Anlagekosten, wenn dabei von den im Nachfolgenden genannten Einheitssätzen eventuell die mittleren ausgewählt werden?

a) Der Unterbau der festen Bahnstrecke wird nach Aufg. 95 und 96 (mit Einschluß mehrerer Kurven, Überbrückungen und sonstiger Strecken, die Erdtransport erfordern) zu durchschnittlich 45 Pfg. für das laufende Meter veranschlagt, wobei vorausgesetzt ist, daß das vorhandene Material zur Schwellenbettung brauchbar, also kein fremdes zu beschaffen sei.

b) Zu Schwellen wird daselbst Eichenholz im Werte von 14 M. pro Festmeter verwendet. Ein Festmeter gibt etwa 40 Schwellen; Anfuhr, Beschlagen und Einlegen einer Schwelle kostet circa 30 Pfg. Der Abstand der Schwellen von einander beträgt 80 cm.

c) Stahlschienen kosten je nach dem Stand der Eisenpreise, nach Profil und Stärke etwa 10 bis 18 Pfg. pro kg. Hier sollen solche von 7,5 kg per Meter verwendet werden. Die Verlegung derselben im Stammgeleise kostet (incl. Nägel und Transport) 30 bis 50 Pfg. auf das laufende Meter der Strecke.

d) Zu den fliegenden Geleisen werden fertige Joche mit Eisenschwellen zum Preise von 3,20 M. pro Meter angeschafft.

e) Eine Drehscheibe kostet 60 bis 100 M., eine Schleppweiche ungefähr ebensoviel. Die im §. 85 genannten Ladevorrichtungen haben folgende Preise: eine Kastenwinde 112, eine Schraubenwinde 140, Koppels tragbarer Krahnen 75, Spaldings dreiarmiger Zugkrahnen 170, Dollbergs zweiteiliger Baumkrahnen 216, die Osnabrücker Centralheblade 290, ein Ladebaum 80 Mark u. m.

f) Der Preis eines Wagens mit Zubehör (Bremse und Drehschemel) schwankt je nach Konstruktion, Gewicht und Tragfähigkeit etwa zwischen 130 und 440 Mark. Für Rollbahnen ohne Lokomotivenbetrieb reichen Wagen aus, die bei einem eigenem Gewichte von circa 200 bis 400 kg 2000 bis 3000 kg tragen und circa 230 Mark kosten. Ein Rahmengestell für Brennholz kostet 70 bis 90 Mark.

Die vorstehenden Angaben sind teils den Schriften von Schuberg (s. §. 2) und Runnebaum (die Waldeisenbahnen, Berlin 1886), teils den Berichten über die XV. und XXII. Versammlung Deutscher Forstmänner (Darmstadt 1886 und Metz 1893), teils Aufsätzen und Mitteilungen in Zeitschriften (von Sprengel, Hallbauer, Bierau, Rebmann u. a.) entnommen.

98. Wieviel Festmeter frisch gefälltes Stammholz können zwei Pferde auf horizontaler Bahn bequem ziehen, wenn deren Reibungs-Coefficient zu 0,005, die mittlere Zugkraft eines Pferdes zu 60 kg, das specifische Gewicht des Holzes zu 0,8 und das Gewicht eines Eisenbahnwagens zu 300 kg angenommen wird?

Und auf wieviel würde das zulässige Lastgewicht reduciert werden müssen, wenn die Bahn 3% Steigung hätte?

99. In dem unter Aufg. 97 bezeichneten Revier betrage die durchschnittliche Transportweite bis zum Lagerplatz 5 km; der Fuhrlohn pro Tag für zwei Pferde mit Fuhrmann und Bremser 12 Mark. Außerdem seien für das Anrücken des Holzes bis zur Eisenbahn —

eventuell einschließlich des Verlegens fliegender Geleise — und für das Aufladen 35 Pfg., für das Abladen am Lagerplatz 15 Pfg. pro fm zu zahlen.

Wie hoch stellen sich die gesammten Transportkosten pro fm? und zwar:

a) bei horizontaler Lage der Bahn, wenn täglich 3 Wagenzüge befördert werden;

b) bei einer Rollbahn mit 7% Gefälle, wo die Thalfahrt, ohne besondere Zugkraft, durch das eigene Gewicht bewirkt und nur für jede Doppelwagenladung ein Bremser (à 2 Mark Tagelohn) erfordert wird; wenn täglich 4 Fahrten erfolgen und die Pferde nur die leeren Wagen aufwärts zu ziehen haben.

Zu §. 89 und 90.

100. Der jährliche Abgabesatz des fragl. Reviers betrage 6000 fm, die seither, bei schlechten Holzabfuhrwegen, am Orte der Fällung zu niedrigen Preisen verkauft wurden.

Um wieviel müßte der Erlös pro fm steigen, wenn das Holz künftig am Lagerplatz verkauft wird und wenn die Bahnanlage sich rentieren, d. h. für Verzinsung, Unterhaltung und Amortisation jährlich 15% des Anlagekapitals einbringen soll?

Die Rechnung ist für folgende 3 Specialfälle zu führen:

a) horizontale Lage der Bahn,

b) Rollbahn mit 7% Gefälle,

c) durchschnittliche Steigung von 2%.

Auflösungen.

Auflösungen.

1. Nach § 12 wären zu nivellieren:

1. die äußere Distrikts-Grenze;
2. der Hauptweg W a b c d M, sowie die davon abzweigende Weglinie b e f C;
3. als besonders charakteristische Linien etwa die folgenden:
   a. in der nördlichen Hälfte von V am Steinbruch vorüber aufwärts bis q, dann längs dem Bergrücken qm bis zum höchsten Punkte (zwischen m und o) und von da über o zur Waldgrenze bei R;
   b. von dem genannten höchsten Punkte etwa in der Richtung der roten Ziffern sowie über k bis zur nördlichen Waldgrenze;
   c. von ebendemselben in südlicher Richtung nach der Ecke zwischen M und N;
   d. von m über p nach c. Ferner
   e. in der südlichen Hälfte von A in der Richtung der roten Ziffern über den höchsten Punkt der zweiten Kuppe nach K, sowie
   f. von dieser Kuppe über g nach D.

Die Gesamtlänge dieser Meßzüge würde etwa 10 km betragen.

2. Die Rechnung läßt sich übersichtlich in folgender tabellarischer Form ausführen:

Station	Entfernung (m)	Ablesung %	Höhenunterschied + (m) —	Abszisse (m)	Höhenkote (m)
V	50	+ 20,8	10,4	0	10,0
1	50	+ 28,2	14,1	50	20,4
2	50	+ 23,2	11,6	100	34,6
3	50	+ 29,0	14,5	150	46,2
4	50	+ 22,0	11,0	200	60,8
5	35	+ 22,8	8,0	250	71,8
q	50	+ 6,0	3,0	285	79,8
6					

Station	Entfernung	Ablesung	Höhenunterschied		Abszisse	Höhenkote
6	50	+ 1,8	0,9		335	82,8
7	50	+ 2,8	1,4		385	83,7
8	50	+ 4,4	2,2		435	85,1
9	63	+ 7,1	4 5		485	87,3
m	50	+ 17,0	8,5		548	91,8
10	50	+ 3,2	1,6		598	100,3
11	50	+ 0,8	0,4		648	101,9
12	50	— 1,8		0,9	698	102,3
13	50	— 2,0		1,0	748	101,4
14	46	— 15,3		7,0	798	100,4
o	50	— 13,2		6,6	844	93,4
15	50	— 11,6		5,8	894	86,8
16	50	— 13,4		6,7	944	81,0
17	50	— 25,2		12,6	994	74,3
18	50	— 14,4		7,2	1044	61,8
19	30	— 15,7		4,7	1094	54,6
R					1124	49,9
Summa	1124		92,1	52,5		

Der gesamte Höhenunterschied zwischen V und R betrüge hiernach 92,1 — 52,5 = 39,6 m, während er nach dem Umfangs Nivellement = 49,9 — 10,0 = 39,9 m sein soll. Zum Zwecke der erforderlichen Korrektur sind deshalb die beiden größten positiven Höhenunterschiede (14,1 und 14,5) um je 0,1 m zu erhöhen, die größte negative (12,6) um ebensoviel zu vermindern. Wird diese Korrektur — etwa mit roter Tinte — in vorstehender Tabelle ausgeführt, so ergeben sich die darin verzeichneten Höhenkoten.

Die gesamte Korrektur beträgt $\frac{3}{1446}$ = circa 0,2 % der gemessenen Höhenunterschiede oder $\frac{0,3}{1124} = \frac{1}{3747}$ der Gesamtlänge des Meßzugs. Zur Vergleichung wird bemerkt, daß nach Schuberg die Genauigkeit der Messungen je nach Konstruktion der Instrumente etwa zwischen $\frac{1}{1000}$ und $\frac{1}{20,000}$ der Meßzugslänge schwankt.

3. Die angefangene Einzeichnung des Längenprofils ist in gleicher Weise zu beendigen, worauf sich unter Anwendung des Zirkels die Übereinstimmung zwischen Profil und Waldkarte ergeben wird.

4. Der Durchgangspunkt von 20 m Höhe liegt zwischen Station V und Nr. 1; sein Abstand x von V ergibt sich aus der Proportion

$$\frac{x}{50} = \frac{20,0 - 10,0}{20,4 - 10,0} = \frac{10,0}{10,4},$$

woraus $x = \frac{500}{10,4} = \mathbf{48,1}$ folgt. In gleicher Weise findet sich für die Durchgangspunkte von

30	m	Höhe	ein	Abstand	= 83,8	m	von	V
40	"	"	"	"	= 123,3	"	"	"
50	"	"	"	"	= 163,0	"	"	"
60	"	"	"	"	= 197,3	"	"	"
70	"	"	"	"	= 241,8	"	"	"
80	"	"	"	"	= 3,3	"	"	q
90	"	"	"	"	= 237,8	"	"	"
100	"	"	"	"	= 48,2	"	"	m
100	"	"	"	"	= 252,6	"	"	"
90	"	"	"	"	= 25,8	"	"	o
80	"	"	"	"	= 107,5	"	"	"
70	"	"	"	"	= 167,2	"	"	"
60	"	"	"	"	= 212,5	"	"	"
50	"	"	"	"	= 279,4	"	"	"

5. Auf der Linie a b in Fig. 3 wird in b eine Senkrechte errichtet und diese in eine entsprechende Anzahl, z. B. 15 gleiche Teile geteilt. Hierauf werden die schrägen Verbindungslinien gezogen. Um nun etwa die Lage des Durchgangspunktes von 90 m Höhe zwischen Station 9 und m zu finden, faßt man die betr. Strecke (63 m) in den Zirkel und setzt die Zirkelspitzen auf die beiden Kreuzchen, d. i. 4,5 Teilstriche von einander, auf. Diese Stellung des Zirkels entspricht dem gesamten Höhenunterschied zwischen Station 9 und m; wird alsdann die obere Zirkelspitze auf das Nullchen zwischen beiden Kreuzen eingestellt, so faßt der Zirkel nunmehr 2,7 Teilstriche, d. i. die Entfernung des gesuchten Durchgangspunktes von Station 9. — Mit anderen Worten: die Strecke 63 wird im Verhältnis 4,5 : 2,7 geteilt.

6. In jedem Falle den Reibungswiderstand; außerdem bei der Fahrtrichtung nach oben (Bergfahrt) auch diejenige Komponente der Schwerkraft G, welche die Körper auf schiefer Ebene abwärts zu gleiten oder zu rollen veranlaßt; den sog. „Abwärtstrieb".

Der Reibungswiderstand ist (Fig. 4) gleich dem Druck auf die Unterlage (hier $G \cos \alpha$) multipliciert mit dem erfahrungsmäßigen

Reibungscoefficienten (f); d. h. demjenigen Bruchteile des Gewichtes einer Last, welcher als Kraftaufwand erforderlich ist, um jene auf horizontaler Bahn in Bewegung zu setzen resp. zu erhalten. Dieser Reibungs-coefficient ist abhängig von der Beschaffenheit (Härte, Glätte 2c.) der Unterlage sowie derjenigen des zu bewegenden Körpers (gleitende und rollende Reibung, Durchmesser des Rades u. s. w.) und durch Versuche zu bestimmen.

Der „Abwärtstrieb" der Last ist $= G \sin \alpha$, derjenige des Motors (Zugthieres u. dgl.) $= g \sin \alpha$.

Derjenige Widerstand, welchen die Adhäsion der Bewegung ent-gegensetzt, kann hier, als minder bedeutend und hauptsächlich nur beim ersten Anziehen wirksam, vernachlässigt werden.

7. ad a: Zugkraft und Abwärtstrieb wirken in der nämlichen Richtung; also findet Gleichgewicht statt, wenn $P + (G + g) \sin \alpha = f G \cos \alpha$.

ad b: Die Zugkraft muß beide unter Aufg. 6 genannten Wider-stände überwinden, mithin

$$P = f G \cos \alpha + (G + g) \sin \alpha$$

sein.

Die allgemeine Bedingungsgleichung lautet also

$$P = f G \cos \alpha \pm (G + g) \sin \alpha.$$

Da aber für die hier in Betracht kommenden Neigungswinkel welche 10^0 (17,6%) selten übersteigen, der Cosinus noch nahezu $= 1$ ist (z. B. $\cos 10^0 = 0{,}985$), so kann annäherungsweise auch

$$P = f G \pm (G + g) \sin \alpha$$

gesetzt werden, woraus die Formel des § 21 unmittelbar folgt.

Sind also G und g, P und f gegebene Größen und kommt Winkel α dem hiernach zu berechnenden Werte gleich, so verharrt die Last im Ruhezustand oder, einmal angestoßen, in der Bewegung,

8. Werden g und $P = 0$ gesetzt, so ergibt sich

$$G \cdot \sin \alpha = f \cdot G \cos \alpha,$$

folglich als zulässiges Maximalgefäll

$$\operatorname{tg} \alpha = f.$$

Dies wäre

ad a: 33,3%,
ad b: 7,1%,
ad c: 3,3% und
ad d: 2 %.

9. Die allgemeine Gleichung lautet

$$G = \frac{P}{f + \sin\alpha}$$

oder da hier sin und tg noch verwechselt werden dürfen,

$$G = \frac{P}{f + \operatorname{tg}\alpha} = \frac{P}{f + 0{,}0p},$$

wobei p das Steigungsprozent bedeutet. Hieraus ergeben sich folgende Zahlen:

Wenn p = 0 + 2 + 5%,

so beträgt die zu befördernde Last

auf schlechten Erdwegen das	10-	8,3-	6,7-fache,	
„ guten „	„ 20-	14,3-	10	„
„ „ Steinbahnen	„ 50-	25-	14,3	„
„ Eisenbahnen	„ 300-	43-	19	„

der Zugkraft. Die Mehrleistung besserer (glätterer) Bahnen ist also n der Ebene relativ am größten und tritt bei erheblichen Steigungen sehr zurück.

10. Aus $G = \dfrac{P}{f - 0{,}0p}$ folgt, daß

a) auf schlechtem Erdweg die Last das 20-fache der Zugkraft betragen darf, daß

b) auf gutem Erdweg eine solche überhaupt nicht mehr erforderlich ist, der Wagen vielmehr von selbst weiter rollt, während sich

c) für die Steinbahn G = — 33,3 P oder P = — 0,03 G berechnet, also zur Erhaltung des Gleichgewichtes ein negativer Kraftaufwand, d. h. ein Zug in entgegengesetzter Richtung (Hemmung) im Betrage von 3% der Last erforderlich wird. Als solcher würden endlich

d) bei der Eisenhahn 4,7% des Lastgewichts erfordert werden.

11. Aus P = G (f + 0,0p) folgt, daß eine Steigung im Betrage des Reibungscoefficienten (0,0p = f) das Doppelte des auf wagrechter Bahn erforderlichen Kraftaufwandes (P = f . G) beansprucht. Demnach dürften die Steigungen bei schlechten Erdwegen vorübergehend bis 10, bei guten bis 5, bei Chausseen bis 2% betragen. Die zulässigen Lasten selbst sind natürlich (vgl. Aufg. 9) sehr verschieden.

12. ad a: für schlechten Erdweg ergiebt sich

$$0{,}0p = \sin\alpha = \frac{120 - 0{,}10 \,.\, 2100}{2100 + 700} = -\,0{,}032,$$

d. h. der Weg muß mindestens **3,2% Gefäll** haben.

ad b: Dgl. für guten Erdweg

$$0{,}op = \sin\alpha = \frac{120 - 0{,}05 \,.\, 2100}{2100 + 700} = + 0{,}0054,$$

d. h. eine **Steigung bis 0,54%** ist statthaft; ebenso
ad c: bei Steinbahnen eine solche von höchstens **2,8%**.

13. Für ein Pferd wäre $P = \frac{60 \,.\, 1{,}10 \,.\, 8}{0{,}8 \,.\, 5} = 132$ kg zu setzen demnach

ad a: $p = \frac{100\,(264 - 210)}{2800} =$ **1,9%** Steigung;
ad b: $p =$ **5,7%** Steigung;
ad c: $p =$ **7,9%** Steigung.

Hierbei ist jedoch zu bemerken, daß gerade bei Steinbahnen eine so starke Steigung wegen der Gefahr des Abrollens resp. wegen der Schwierigkeit der Hemmung praktisch unzulässig erscheint.

14. Der wirksame Teil der Zugkraft P vermindert sich nach Fig. 5 auf den Betrag $P.\cos\beta$. Ebenso der Druck auf die Unterlage um $P.\sin\beta$; also der Reibungswiderstand auf

$$f\,(G.\cos\alpha - P.\sin\beta)$$

Gleichgewicht findet also statt, wenn

$$P.\cos\beta = f\,(G.\cos\alpha - P.\sin\beta) + (G + g)\sin\alpha$$

oder

$$G = \frac{P\,(f.\sin\beta + \cos\beta) - g.\sin\alpha}{f.\cos\alpha + \sin\alpha}$$

Der Inhalt der Klammer im Zähler dieses Bruches berechnet sich für die Winkel $\beta = 0^0$, 5^0, 10^0 und 20^0 und für die Reibungs-Coefficienten $f = 0{,}20$, $0{,}10$, $0{,}05$ und $0{,}02$ wie folgt:

	$\beta =$	0^0	5^0	10^0	20^0
$f = 0{,}20$:	$f.\sin\beta + \cos\beta =$	1	1,013	1,020	1,008
$f = 0{,}10$:	$f.\sin\beta + \cos\beta =$	1	1,005	1,002	0,974
$f = 0{,}05$:	$f.\sin\beta + \cos\beta =$	1	1,000	0,994	0,957
$f = 0{,}02$:	$f.\sin\beta + \cos\beta =$	1	0,998	0,988	0,947

Die Wirkung ist also je nach der Größe des Winkels β und der Beschaffenheit der Bahn bald günstig, bald ungünstig; ersteres hauptsächlich bei unebenen Wegen und mäßigem Ansteigen der Zugstränge.

15. Bei vierrädrigen Leiterwagen, also den gewöhnlichen Brennholzfuhren, gestattet nur das Vordergestell eine Drehung, während die Achse der Hinterräder mit der Lenkwinde, d. i. der Verbindung beider Achsen-Mittelpunkte, unveränderlich einen rechten Winkel bildet. Dasselbe gilt von Lang-

holzfuhren, wenn die Kette, welche um den geladenen Stamm und die Lenkwinde geschlungen ist und beide fest zusammenhält, nicht gelöst wird.

Hieraus ergiebt sich für den, auf einer kreisförmigen Wegkurve fahrenden Wagen die Stellung der Figur 6. Der Mittelpunkt o der Vorderachse bewegt sich auf dem äußeren, derjenige der Hinterachse (p) auf dem inneren punktierten Kreisbogen. Die Deichsel no bildet eine Tangente zum ersteren, die Lenkwinde op = l eine solche zum zweiten; folglich liegt der Krümmungsmittelpunkt der Wegkurve im Schnittpunct m beider Achsen-Verlängerungen.

Bezeichnen wir nun die Radien beider concentrischer Kreisbögen mit R und r, so ist

$$R = mo = \frac{l}{\sin \alpha} \text{ und}$$

$$r = mp = \frac{l}{\operatorname{tg} \alpha},$$

folglich der Radius der Wegmittellinie

$$\rho = \frac{R + r}{2} = \frac{l}{2}\left(\frac{1}{\sin \alpha} + \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha}\right).$$

16. Für die Drehungswinkel $\alpha =$ 30° 45°

berechnet sich $R = \frac{4}{\sin \alpha} =$	8,0 m	5,7 m
$r = \frac{4}{\operatorname{tg} \alpha} =$	6,9 „	4,0 „
$\rho = \frac{R + r}{\alpha} =$	7,5 „	4,8 „

17. Ebenso ergiebt sich für

	$\alpha =$	30°	45°
und für l = 12 m :	$\rho =$	22,4 m	14,5 m
„ „ l = 20 „ :	$\rho =$	37,3 „	24,1 „

18. Beide Achsen bilden (Fig. 7) mit dem verladenen Stamm den nämlichen Winkel (90° — α), jedoch nach entgegengesetzten Richtungen. Demgemäß bewegt sich der Mittelpunkt der Achse des Hinterwagens in der nämlichen Kurve wie derjenige des Vorderwagens und es wird

$$R = r = \rho = \frac{l}{2.\ \sin \alpha}.$$

Hieraus ergiebt sich für

	Winkel $\alpha =$	30°	45°
und für l = 12 m :	$\rho =$	12,0	8,5 m
„ „ l = 20 „ :	$\rho =$	20,0	14,1 „

19. Aus Figur 6 folgt unmittelbar, daß, wenn das linke Vorderrad und das rechte Hinterrad auf den Kanten der Fahrbahn laufen dürfen, deren Breite mindestens $= R - r + w$ sein muß, wobei w die Spurweite (Achsenlänge) bedeutet. Diese beträgt in der Regel 1,5 m. Die Sicherheit der Fahrt, namentlich bei erhöhten Wegdämmen, erfordert aber, daß beiderseits noch ein gewisser Spielraum zugegeben wird. Setzen wir diesen = 0,25 m, also $b = R - r + 2$, so ergeben sich folgende geringste Wegbreiten:

Für Winkel $\alpha =$		30^0	45^0
und für $l = 4$:	$b =$	3,1 m	3,7 m
„ „ $l = 12$:	$b =$	5,2 „	7,0 „
„ „ $l = 20$:	$b =$	7,3 „	10,3 „

20. Nach Figur 6 besteht die Gleichung:

$$R^2 - r^2 = l^2.$$

Ferner ist nach Aufg. 15 und 19:

$$R + r = 2\,\rho \text{ und}$$
$$R - r = b - c,$$

wobei wir unter c $1/_2$ bis 1 m mehr als die Spurweite verstehen. Beide letzten Gleichungen mit einander multipliciert ergeben

$$(R + r)\,(R - r) = R^2 - r^2 = 2\,\rho\,(b - c);$$

also ist auch

$$2\,\rho\,(b - c) = l^2,$$

woraus die Formeln des §. 26 unmittelbar folgen.

21. Beträgt die Länge $l =$ 12 m 20 m,

so folgt $\rho = \frac{l^2}{2\,(b - c)} = \frac{l^2}{6} =$ **24** „ **66,7** „ .

22. Ließen Vorder- und Hinterwagen genau die nämliche Drehung zu und würde demgemäß der letztere den Geleisen des ersteren folgen, so könnte die ganze Fuhre in Figur 7 aus der Wegmitte auf die linke Wegseite gerückt, bezw. der Krümmungshalbmesser der Wegmittellinie auf den Betrag

$$\rho = \frac{l}{2 \sin \alpha} - \frac{b - c}{2}$$

verkleinert werden. Da aber jene Voraussetzungen nicht immer vollkommen zutreffen, so wird man der Sicherheit halber diese Verkürzung nicht eintreten lassen, vielmehr den Radius unabhängig von der Wegbreite $= \frac{l}{2 \sin \alpha}$ setzen.

23. ad a: Der Länge l = 12 m 20 m
entspricht eine Stammlänge von circa 18 „ 30 „
folglich eine Gesammtlänge des Fuhrwerks von 22 „ 34 „
Dies in die Formel eingesetzt ergibt

$$\rho = \frac{L^2}{4\ b} = \frac{L^2}{20} = \mathbf{24{,}2} \text{ „ } \mathbf{58} \text{ „}$$

ad b: Den Stammlängen L_1 = 18 „ 30 „
entsprechen die Radien

$$\rho = \frac{L^2}{6\ b} + 1 = \mathbf{11{,}8} \text{ „ } \mathbf{31} \text{ „}$$

Diese Zahlen stimmen mit den unter Aufg. 17, 18 und 21 berechneten zum Teil überein oder halten sich wenigstens innerhalb der durch diese gegebenen Grenzen.

Ähnliches gilt von den rein empirischen Angaben Schuberg's a. a. O. S. 229, nämlich

a) bei reiner Brennholzwirtschaft . . . 10 — 16 m Radius,
b) bei Nutzholzwirtschaft, wo Lockerung Regel ist oder die Stämme vor der Abfuhr zerlegt werden, ... 15 — 24 „ „
c) für ungehemmten Verkehr mit befestigtem Hinterwagen . . . . 30 — 40 „ „ .

24. Allgemein ist zu bemerken, daß die in §. 22 angegebenen Gefällmaxima unbedenklich angewendet werden dürfen, weil der Holztransport nach den geschilderten Abfuhrverhältnissen n u r b e r g a b zu erfolgen braucht. Mit Rücksicht hierauf werden folgende Vorschläge gemacht, die selbstverständlich noch mancherlei Abweichungen zulassen würden.

1. S ü d l i c h e H ä l f t e: Da der „Hauptweg" zwischen b und M für schwere Fuhren, namentlich bei Frostwetter, nicht ungefährlich ist, so erscheint es wünschenswert, den Punkt b mit der hochgelegenen Grenze M J durch einen zweiten H a u p t w e g mit mäßigerem Gefäll zu verbinden. Durch Probieren ergiebt sich, daß ein solcher Weg von e über g und h nach J mit 8,5 % ausführbar ist. Diesem Prozentsatz entspricht eine Weglänge von $\frac{10\ .\ 100}{8{,}5}$ = 117,6 Meter zwischen je 2 Kurven. Nimmt man diese Strecke nach dem beigegebenen Maßstab in den Zirkel und trägt sie von einer Kurve zur anderen (zwischen 40 und 90) auf, so läßt sich hiernach ein Weg mit gleichmäßigem Gefäll in

der angegebenen Richtung e g h J einzeichnen. Bei der Absteckung im Walde hat sich gefunden, daß das Gefäll von 8,5 % noch nicht einmal ganz erreicht zu werden braucht, weil die Weglänge zwischen je 2 Kurven in Folge der vorhandenen kleinen, aus der Karte nicht ersichtlichen Unebenheiten doch noch etwas größer wird.

Da nun der projektierte Weg bei g der Schneiße f G sehr nahe kommt, so wird es sich empfehlen, diese in die Richtung f F zu verlegen. Endlich erscheint es notwendig, das zwischen den Wegstrecken d c b e g h und der Grenze J K L M eingeschlossene Waldstück durch einen dasselbe etwa halbierenden Nebenweg noch weiter aufzuschließen. Dieser läßt sich von h bis i horizontal in der Höhe von etwa 86 m und von i bis d mit ganz geringem Gefäll (3% nach der Absteckung) anlegen.

2. Nördliche Hälfte: Der Grenzweg fällt von O über P, Q und R bis S, steigt dann wieder von T bis U, um weiterhin abermals bis V zu fallen. Es wäre deshalb zweckmäßig, einen „Hauptweg" von P bis zur Kreisstraße bei V ohne Gegengefäll anzulegen. Dieser läßt sich bei R von der Waldgrenze abzweigen, bis k horizontal längs der Kurve 50 fort- und von da mit 7% Gefäll nach U hinabführen.

Die circa 100 m hohe Kuppe wird durch einen Ringweg zu umschließen sein, der von der Grenze bei M mit etwa 7% bis l steigt, dann über m und n bis o horizontal in der Höhe von etwa 93 m fortläuft und endlich mit mäßigem Gefäll die Grenze bei N wieder erreicht.

Durch diesen und den vorher beschriebenen Hauptweg wird der theilweise sehr steile nördliche Abhang des Hangelsteins genügend aufgeschlossen. Es bleibt dann noch ein Nebenweg zu projektieren, welcher den lang gestreckten Bergrücken zwischen m und q nebst seinen Hängen erschließen soll. Dieser Weg zweigt sich bei c von dem eingangs erwähnten chaussierten Hauptweg ab, folgt bis p der Sohle eines Seitenthälchens, wendet sich dann links, um mit dem Maximalgefäll von 12% die Höhe von circa 78 m oberhalb des kleinen Steinbruchs bei q zu ersteigen und endlich wieder mit etwa 8% über r nach k hinab auszumünden.

Werden die hier angegebenen Wege sämtlich sorgfältig auf der Karte eingezeichnet, so wird sich finden, daß ein Wegenetz entstanden ist, welches allen gestellten Anforderungen genügt.

25. Eigentliche Thalwege sind nicht vorhanden; die Kreisstraße A V und der Grenzweg V T haben Eigenschaften der Thalrandwege.

Höhenwege sind diejenigen, welche die beiden Kuppen umschließen: M l m n o N und d i h J.

Als Hangweg ist die Strecke RkU zu bezeichnen.

Thalhöhenwege sind die übrigen, nämlich der alte Hauptweg WabcdM, der neue beghJ und der Nebenweg cpqrk.

26. Nach erfolgter Aufzeichnung der Situation (Fig. 8) sind zuerst die Koordinaten des Punktes p zu berechnen. Aus den Koordinatendifferenzen der Punkt m und n ergibt sich der Neigungswinkel der Linie mn gegen den Meridian (deren „Azimuth") wie folgt:

$$\text{tg Az mn} = \frac{3521{,}6 - 3260{,}0}{21611{,}1 - 21559{,}3} = \frac{261{,}6}{51{,}8}$$

$$\text{Az mn} = 78^0\ 47'\ 59''.$$

Demnach die Abszisse des Punktes p $= 21559{,}3 + 120 \,.\, \cos 78^0\ 47'\ 59'' = 21582{,}6$. Dessen Ordinate $= 3260{,}0 + 120 .\ \sin 78^0\ 47'\ 59'' = 3377{,}7$.

Weiter berechnet sich wie oben

$$\text{Az ba} = 90^0 + 12^0\ 7'\ 32'' = 102^0\ 7'\ 32'',$$

$$\text{Az ap} = 180^0 + 4^0\ 48'\ 41'' = 184^0\ 48'\ 41'',$$

folglich $\sphericalangle$ bap $= 184^0\ 48'\ 41' + 180^0 - 102^0\ 7'\ 32'' =$ **262⁰ 41′ 9″**.

Die Länge der Schneiße ap beträgt $\frac{386{,}1}{\cos 4^0\ 48'\ 41''} =$ **387,5** m.

27. Aus der Formel $\cos \text{pab} = \frac{240^2 + 390^2 - 480^2}{2 \,.\, 240 \,.\, 390}$ berechnet sich $\sphericalangle$ pab $= 96^0\ 21'$ oder $\sphericalangle$ bap = **263⁰ 39′**.

28. Man mißt die Entfernung des ersten Stationspunktes von a findet sich dieselbe z. B. = 28 m, so wird der Punkt um $x = \frac{7 \,.\, 28}{387{,}5}$ = 0,51 m nach rechts gerückt und die so korrigierte Linie bis p verlängert.

29. Man steckt rückwärts von J aus eine Weglinie mit vermindertem Gefäll, etwa 8%, ab, bis beide Linien sich schneiden.

30. Ja, bei Punkt k für die Strecke Ukq und bei p.

31. Zur direkten Verbindung zwischen a und n würden 7% Steigung — ca. 72 m Wegstrecke zwischen je 2 Kurven — erforderlich sein. Da; die Steigung aber nicht mehr als 5% betragen soll, so sind Gegenzüge unvermeidlich. Mit solchen läßt die Aufgabe noch verschiedene Lösungen zu, wobei stets eine Strecke von 10 mm zwischen je 2 Schichtlinien aufzutragen ist:

1. Von a über b und c nach n. Diese Linie erscheint deshalb unbrauchbar, weil die Rampe gerade an die steilste Stelle bei c zu liegen käme.
2. Von a über b und d nach n. Hiebei wären zwei Rampen, jedoch an günstigeren Stellen bei b und d, anzulegen. Wollte man dies vermeiden, so könnte man
3. von a bis f dem vorhandenen Wege folgen und weiterhin mit einer Rampe bis e die Höhe erreichen. Diese Linie bietet jedoch den Nachteil, daß sie dem Wege fg zu nahe bleibt und den südöstlichen Hang nicht genügend erschließt. Endlich wäre noch
4. die Strecke fihd'n mit 3 Rampen bei f, h und d' oder auch allenfalls
5. die Linie fikn, ebenfalls mit 3 Rampen bei f, i und k, denkbar.

Beide letzteren dürften jedoch, weil sie die Anlage und die Fahrt unnötig erschweren würden, kaum in Betracht kommen. Es erscheint somit die unter Nr. 2 vorgeschlagene Lösung als die beste.

33. Behufs Konstruktion eines genauen Kreisbogens (Fig. 11) errichtet man in a und b Senkrechte, weche sich in dem Krümmungsmittelpunkte m schneiden. Zieht man von diesem mit dem Halbmesser am den Bogen aeb aus, so zeigt sich schon nach dem Augenmaße, daß die Pfeilhöhe p = ed kleiner als die Hälfte von cd ist.

Um deren Größe genau zu ermitteln, setzen wir die Sehne ab = s und den Radius am = r. Dann besteht die Gleichung

$$r^2 = (r - p)^2 + \frac{s^2}{4},$$

woraus folgt:

$$p = r - \sqrt{\left(r + \frac{s}{2}\right)\left(r - \frac{s}{2}\right)}$$

Nun ist aber nach Aufg. 32 nicht der Halbmesser r, sondern vielmehr die Tangente t = ac = bc eine gegebene Größe. Um diese einzuführen, ziehen wir zunächst die Hilfslinien ef und fg parallel zu ab resp. ed. Dann sind die Strecken ef und fb — als kleinere Katheten zweier rechtwinkliger Dreiecke, deren Hypotenuse fm gemeinsam und deren andere Katheten em = mb — ebenfalls einander gleich; setzen wir dies ef = fb = t_1, so besteht, wie aus der Figur unmittelbar folgt, die Proportion

$$\frac{s}{2} : t_1 = t : (t - t_1)$$

sowie die Gleichung

$$t_1^{\,2} = p^2 + \left(\frac{s}{2} - t_1\right)^2.$$

Entwickelt man aus beiden die Werte von t_1 und setzt dieselben wieder einander gleich, nämlich

$$\frac{st}{2\,t + s} = \frac{p^2}{s} + \frac{s}{4},$$

so folgt hieraus

$$p = \frac{s}{2}\sqrt{\frac{2\,t - s}{2\,t + s}}$$

Da die Strecke $c\,d = \sqrt{t^2 - \frac{s^2}{4}} = \frac{\sqrt{4\,t^2 - s^2}}{2} = \frac{\sqrt{(2\,t - s)(2\,t + s)}}{2}$,

so besteht die Proportion

$$\frac{p}{cd} = \frac{s}{2\,t + s}.$$

Setzt man statt dessen kurzer Hand $p = \frac{c\,d}{2}$, so wird ein **Fehler** begangen, welcher

$$= cd\left(\frac{1}{2} - \frac{s}{2\,t + s}\right) = \frac{cd}{2} \times \frac{2\,t - s}{2\,t + s}.$$

In diesem Ausdrucke wird, wenn der Winkel bei c zunimmt, der Zähler immer kleiner und der Nenner immer größer; folglich nähert sich die Fehlergröße fortgesetzt und zwar in steigender Proportion dem Werte 0.

Daß die **Pfeilhöhe** p_1 des Bogens eb ungefähr $= \frac{1}{4}$ derjenigen des Bogens a e b zu setzen ist, geht aus folgender Betrachtung hervor. Es ist annähernd

$$p = \frac{c\,b.\ \sin\ d\,b\,c}{2} \text{ und}$$

$$p_1 = \frac{b\,f.\ \sin\ e\,b\,f}{2}.$$

Da nun bf ungefähr $= \frac{c\,b}{2}$ und $\measuredangle$ ebf ungefähr $= \measuredangle\ \frac{d\,b\,c}{2}$, bei kleinen Winkeln aber der sinus dem Bogen annähernd proportional ist, so verhält sich p zu p_1 ungefähr wie 4 zu 1.

Aus der ganzen Entwickelung geht hervor, daß die Viertelsmethode keinen genauen Kreisbogen liefert; und um so weniger, in je spitzerem Winkel beide Weglinien sich schneiden.

34. Der Krümmungshalbmesser r ist $= 15.\ \mathrm{tg}\ 53^0 =$ **19,90**. Ferner berechnet sich

$$\text{ad a: } ab = s = 2.15.\ \sin 53^0 = \qquad 23{,}96.$$

$$de = p = 11{,}98 \sqrt{\frac{6{,}04}{53{,}96}} = \qquad \mathbf{4{,}008}.$$

$$eb = s_1 = \sqrt{11{,}98^2 + 4{,}008^2} = \qquad 12{,}63.$$

$$ef = bf = t_1 = \frac{15\ .\ 23{,}96}{30 + 23{,}96} = \qquad 6{,}66.$$

$$p_1 = 6{,}315 \sqrt{\frac{0{,}69}{25{,}95}} = \qquad \mathbf{1{,}030}.$$

$$\text{ad b: } \quad p = \frac{15.\ \cos 53^0}{2} = \qquad \mathbf{4{,}514}.$$

$$p_1 = \frac{4{,}514}{4} = \qquad \mathbf{1{,}128}.$$

Das Näherungsverfahren liefert also die Pfeilhöhe p um 506 und p_1 um 98 mm zu groß.

Die vorstehenden, insbesondere trigonometrischen Berechnungen haben nur den Zweck, diese Abweichungen ziffermäßig festzustellen. Für die praktische Ausführung genügt die Abmessung der beiden Tangenten und der Sehne, worauf p sich entweder durch Halbierung der Strecke cd oder genauer aus der Formel $\frac{s}{2}\sqrt{\frac{2t - s}{2t + s}}$ ergiebt. Die weiteren Pfeilhöhen werden auch bei Anwendung der letzteren mit genügender Genauigkeit $= 1/_4$ der vorhergehenden angenommen.

36. Die Aufgabe kann auch mittelst der Viertelmethode gelöst werden und zwar auf zwei verschiedene Arten, nämlich

a) mittelst Rechnung: die Größe des Winkels acb wird entweder direkt mit Hilfe eines Winkelmeßinstrumentes ermittelt oder indirekt aus der Abmessung einer gegenüberliegenden Dreiecksseite, welche zwei beliebig, aber gleich weit von c entfernte Punkte der Tangenten verbindet, abgeleitet. Dann ist zuerst der Abstand beider Berührungspunkte a und b von c, d. h. die Länge der Tangenten, aus

$$t = r.\ \text{cotg}\ \frac{acb}{2}$$

zu berechnen; hierauf werden diese Berührungspunkte abgesteckt, die Sehne s berechnet oder gemessen und die Pfeilhöhe p entweder aus

$$p = r - \sqrt{\left(r + \frac{s}{2}\right)\left(r - \frac{s}{2}\right)}$$

oder aus

$$p = \frac{s}{2}\sqrt{\frac{2\,t - s}{2\,t + s}}$$

abgeleitet. Weiter wie Aufg. 34.

b) Mittelst graphischer Konstruktion: Der Winkel acb wird aufgezeichnet und halbiert, der Krümmungshalbmesser r in den Zirkel genommen und die Lage beider Berührungspunkte a und b in der Zeichnung aufgesucht und markiert; hierauf die Sehne s abgegriffen, die Pfeilhöhe wie oben berechnet oder ebenfalls abgegriffen u. s. w. wie unter a

37. Ad a: Der gesuchte Krümmungsmittelpunkt m liegt auf der Halbierungslinie des Winkels acb und zwar in der Entfernung

$$mc = \frac{r}{\sin\frac{acb}{2}} = \frac{25}{\sin 53^0} = \mathbf{31{,}30}\ \text{m.}$$

Der Abstand beider Berührungspunkte von c beträgt

$$t = 25.\ \text{cotg}\ 53^0 = \mathbf{18{,}84}\ \text{m.}$$

Ad b: Nach genauer Aufzeichnung des Winkels acb = 106⁰ mit Hilfe des Transporteurs ist die Konstruktion im Wesentlichen wie unter 36 b etwa im Maßstab 1 : 500 auszuführen und ergiebt alsdann selbstverständlich die gleichen Abstände wie ad a.

38. Wie aus Fig. 14 unmittelbar hervorgeht, besteht für jedes beliebige x die Gleichung

$$r^2 = (r - y)^2 + x^2,$$

woraus folgt

$$y = r - \sqrt{r^2 - x^2} = r - \sqrt{(r + x)\,(r - x)}$$

Wird hierin x = r, so wird auch y = r; dies wäre für beide Koordinaten das erreichbare Maximum, denn weiterhin werden die Ordinaten imaginär.

In der Regel wird man aber die Abszisse x nicht über af wachsen lassen, vielmehr die weiteren Bogenpunkte von der anderen Tangente bc aus abstecken. Da aber af = ad = $\frac{s}{2}$, so ergiebt sich als Maximum der Ordinaten

$$Y\ \text{max.} = r - \sqrt{\left(r + \frac{s}{2}\right)\left(r - \frac{s}{2}\right)},$$

d. i. nichts anderes als die Pfeilhöhe p = de = ef.

39. Sollen Bogenstücke von gleicher Länge abgesteckt werden, so darf man die Abszissen x nicht beliebig wählen, muß sie vielmehr aus Centriwinkeln von bestimmter Größe (φ, 2φ, $3\varphi \ldots$) ableiten. Dann ist

$$x = r . \sin \varphi$$

$$y = r (1 - \cos \varphi)$$

u. s. w.

40. Die gleichen Formeln gelten auch für die Ordinaten, welche auf einer durch e gezogenen Tangente errichtet werden. Zieht man diese von p ab, so verbleiben die Abstände y_1 der Kurvenpunkte von der Sehne ab. Es ist also allgemein

$$y_1 = p - y.$$

41. Zuerst werden (Fig. 15) die Abstände beider Berührungspunkte Nr. 1 und 7 vom Schnittpunkte c berechnet; dieselben sind

$$t = 12 . \text{tg } 54^0 = \mathbf{16{,}52} \text{ m.}$$

Alsdann wird der ganze Centriwinkel bei m in 6 gleiche Teile à 18⁰ geteilt. Hiernach ergeben sich die auf den Tangenten abzusteckenden Abszissen wie folgt:

$$x_2 = x_6 = 12 . \sin 18^0 = \mathbf{3{,}71} \text{ m,}$$

$$x_3 = x_5 = 12 . \sin 36^0 = \mathbf{7{,}05} \text{ „}$$

$$x_4 = 12 . \sin 54^0 = \mathbf{9{,}71} \text{ „}$$

Die zugehörigen Ordinaten der Bogenpunkte sind:

$$y_2 = y_6 = 12 (1 - \cos 18^0) \text{ oder}$$

$$= 12 \sqrt{15{,}71 . 8{,}29} = \mathbf{0{,}59} \text{ m,}$$

$$y_3 = y_5 = \mathbf{2{,}29} \text{ m und}$$

$$y_4 = p = \mathbf{4{,}95} \text{ m.}$$

Hätte man die Sehne als Abszissenachse angenommen, so wären die Abszissen rechts und links von deren Mittelpunkt abzustecken und zwar

$$x_4 = 0,$$

$$x_3 = x_5 = 12 . \sin 18^0 = 3{,}71 \text{ m,}$$

$$x_2 = x_6 = 12 . \sin 36^0 = 7{,}05 \text{ m.}$$

Die ganze Sehne wäre = 2 . 9,71 = 19,42 m und die Ordinaten

$$y_4 = p = 4{,}95 \text{ m,}$$

$$y_3 = y_5 = 4{,}95 - 0{,}59 = 4{,}36 \text{ m,}$$

$$y_2 = y_6 = 4{,}95 - 2{,}29 = 2{,}66 \text{ „}$$

42.
$$b = 2 r \pi \frac{18}{360} = \mathbf{3{,}770} \text{ m,}$$

$$s = 2 . 12 . \sin 9^0 = \mathbf{3{,}754} \text{ m,}$$

beide sind also nahezu einander gleich und

$$B = 6 . 3{,}77 = \mathbf{22{,}62} \text{ m.}$$

43. War der Winkelzug mit p % abgesteckt, so berechnet sich der Höhenunterschied h beider Berührungspunkte aus

$$h = 2\,t\,.\,0{,}0p = 2\,r\,.\,tg\,\frac{M}{2}\,.\,0{,}0p,$$

wobei M das Gradmaß des ganzen Centriwinkels bei m bedeutet. Bezeichnen wir das durchschnittliche Steigungsprozent des Bogens mit z, so ist ebenfalls

$$h = 2\,r\,\pi\,\frac{M}{360}\,.\,0{,}0z.$$

Setzen wir endlich beide Ausdrücke für h einander gleich, so folgt

$$z = 114{,}59\,\frac{p\,.\,tg\,\frac{M}{2}}{M}.$$

Im Falle der Aufgabe 41 verkürzt sich die Wegstrecke von 2 t = 33,04 auf B = 22,62; folglich erhöht sich die Steigung von 5% auf

$$z = \frac{33{,}04}{22{,}62}\,.\,5 = \mathbf{7{,}3}\,\%.$$

Das nämliche ergiebt selbstverständlich die Formel

$$z = 114{,}59\,\frac{5\,.\,tg\,54^0}{108}.$$

44. $z = \frac{114{,}59}{90}\,.\,p = \mathbf{1{,}273}\,p.$

Die Erhöhung beträgt also ungefähr $\frac{1}{4}$ von p. Demnach ist dieselbe bei stumpfen Winkeln unbedeutend und kann hier meistens vernachläßigt werden.

45. Gleichen Bogenstücken entsprechen gleiche Centriwinkel φ. Nun ist aber in Fig. 16, wie leicht zu beweisen,

$$\sphericalangle\,\alpha = \sphericalangle\,\frac{\varphi}{2} \text{ und}$$

$$\sphericalangle\,\beta = \sphericalangle\,\varphi.$$

Setzen wir den Abstand der Bogenpunkte (die Sehne) $= s = 2\,r\,.\,\sin\frac{\varphi}{2}$, so folgt:

$$x_1 = y_1 = 0$$

$$x_2 = s\,.\,\cos\alpha = s\,.\,\cos\frac{\varphi}{2},$$

$$y_2 = s\,.\,\sin\alpha = s\,.\,\sin\frac{\varphi}{2},$$

$$x_3 = x_4 = \ldots = s\,.\,\cos\beta = s\,.\,\cos\varphi \text{ und}$$

$$y_3 = y_4 = \ldots = s\,.\,\sin\beta = s\,.\,\sin\varphi.$$

Erst beim letzten Bogenpunkte, d. h. da wo der Bogen wieder in die gerade Linie (Tangente) übergeht, kommen x_2 und y_2 wieder zum Auftrag.

Nun verhält sich bekanntlich der sin kleiner Winkel annähernd wie diese selbst, während der cos sich mit der Winkelgröße nur wenig ändert. Wenn man also die Sehne s resp. den Winkel φ genügend klein annimmt, so kann annähernd

$$x_3 = x_4 = \ldots\ldots = x_2 \text{ und}$$
$$y_3 = y_4 = \ldots\ldots = 2\,y_2$$

gesetzt werden; d. h. die Abszissen werden gleich groß genommen, dagegen die Ordinaten der Punkte 3, 4 u. s. w. doppelt so groß als y_2.

Aus den bekannten trigonometrischen Formeln

$$\sin\varphi = 2.\sin\frac{\varphi}{2}.\cos\frac{\varphi}{2} \text{ und}$$

$$\cos\varphi = \cos^2\frac{\varphi}{2} - \sin^2\frac{\varphi}{2}$$

lassen sich endlich für die genauere Berechnung noch die Gleichungen

$$x_3 = \frac{(x_2 + y_2)(x_2 - y_2)}{s} \text{ und}$$

$$y_3 = \frac{2\,x_2\,y_2}{s}$$

ableiten.

46. Ad a: Nach Aufg. 42 ist s = 3,754 m, folglich

$x_2 = 3{,}754.\cos 9^0 =$ **3,71** m

$y_2 = 3{,}754.\sin 9^0 =$ **0,59** „

$x_3 = x_4 = \ldots = 3{,}754.\cos 18^0 =$ **3,57** m

$y_3 = y_4 = \ldots = 3{,}754.\sin 18^0 =$ **1,16** „

Hiernach wäre x_3 nur 14 cm kürzer als x_2, y_3 nur 2 cm kürzer als das doppelte y_2.

Ad b: Ist s = 2 m, so berechnet sich $\measuredangle\,\varphi = 9^0\,33'\,3''$ sowie

$x_2 =$ **1,99** m und $y_2 =$ **0,17** m,

$x_3 =$ **1,97** „ „ $y_3 =$ **0,33** „

Hier können folglich ohne erheblichen Fehler sämmtliche Abszissen gleich der Sehne und die Ordinaten der Bogenpunkte Nr. 3, 4 u. s. w. gleich der doppelten Ordinate von Nr. 2 gesetzt werden. Die Zahl der Bogenpunkte ist in diesem Falle ungefähr = 12.

Das einfachste Verfahren ist hiernach folgendes: Man bestimmt Abszissen von mäßiger Größe, z. B. 2 m, berechnet hierzu die Ordinate des Punktes Nr. 2 aus der Formel $y = r - \sqrt{(r + x)(r - x)}$ (Aufg.

38) und rückt die folgenden Punkte um den doppelten Betrag ein. Für $x = 2$ und $r = 12$ ergibt sich hiernach wie oben

$$y_2 = 12 - \sqrt{10 . 14} = 0{,}17 \text{ u. s. w.}$$

47. Der Höhenunterschied der Punkte Nr. 1 und 7 beträgt $0{,}05 \times 33{,}04 = 1{,}652$ m, die Länge des Bogens nach Aufg. 42 $= 22{,}62$. Soll nun innerhalb desselben das Gefäll 6% nicht überschreiten, so ist der Höhenunterschied auf $0{,}06 \times 22{,}62 = 1{,}357$ m, also um 0,295 m zu ermäßigen; d. h. der eine der beiden Berührungspunkte muß um circa **15** cm höher, der andere um ebensoviel tiefer gelegt werden. Damit alsdann auch außerhalb des Bogens das Gefälle nur um 1% gegenüber der ursprünglichen Absteckung vergrößert werde, sind Auf- und Abtrag beiderseits auf **15** m weiter zu erstrecken; d. h. das Niveau der abgesteckten Weglinie wird erst 15 m von Punkt 1 und 7 wieder erreicht.

Völlig läßt sich die Erhöhung des Gefälles auf diese Art nicht vermeiden, wohl aber nach dem Verfahren Nr. 2 des §. 40.

48. Nach erfolgtem Auftrag des Grundrisses (Fig. 17) wird der Winkel bei d halbiert und der Krümmungsmittelpunkt m auf der Halbierungslinie so gewählt, daß ein mit 15 m Radius geschlagener Bogen p q einschließlich der Tangenten pb und qf die nämliche Länge bekommt, wie die ursprünglich abgesteckte Strecke b c d e f = 87 m. Durch Probieren findet sich, daß dieser Zweck erreicht wird, wenn man d m wie in Fig. 17 = 19 m nimmt. Schließlich ist noch der stumpfe Winkel p b a durch einen flachen inneren Bogen zu ersetzen. So entsteht die stark ausgezogene Weglinie a p q f g.

Hierbei werden selbstverständlich Auftrag einer- und Abtrag andererseits um so höher, je weiter die Bogenlinie sich von dem, mit gleichmäßigem Gefälle abgesteckten, Winkelzug a b c d e f entfernt. Da hiervon aber der Kostenaufwand wesentlich bedingt wird, so kann es wünschenswert sein, die Bogenlinie diesem Winkelzug mehr zu nähern. Dies wird erreicht, indem man anstatt der Tangenten b p und q f die punktierten Anschlußbögen p r und q s einführt, deren Krümmungsmittelpunkte m_1 und m_2 durch Konstruktion leicht zu finden sind.

Die so abgeänderte Bogenlinie hat aber den Nachteil, daß sie wegen der mehrfach wechselnden Ausbiegung (nach rechts und links) namentlich für Langholzfuhren schwerer zu passieren ist. Man sollte deshalb die beiden Anschlußbogen vielleicht mit größerem Radius ziehen.

49. In diesem Falle müßte die ganze Strecke zwischen b und f $87 \frac{6{,}5}{5{,}5} = 102{,}7$ m Länge erhalten. Zu diesem Zwecke wäre, wie sich

wieder durch Probieren ergiebt, d m = 16 m zu nehmen. Die Konstruktion kann auf der Figur ebenfalls nach den beiden Modifikationen der Aufg. 48 — Tangenten oder Anschlußbogen — etwa mit rother Farbe eingetragen werden.

50. Auf zwei verschiedene Arten:

1. man sucht die Krümmungsmittelpunkte m, bezw. m_1 und m_2 im Walde auf und steckt von ihnen aus soviel Radien, als nöthig, ab;
2. man fällt von passend gewählten Bogenpunkten im Grundriß Senkrechte auf die Strecken b c, c d u. s. w., greift deren Längen sowie die zugehörigen Abszissen mit dem Zirkel ab und überträgt beides auf das Lokal.

51. Ja! Und zwar in folgenden Fällen:

1. Wenn der abgesteckte Winkelzug so liegt, daß die Bogenlinie b p q f sich beiderseits ungleich weit von demselben entfernt (vgl. Fig. 18), so daß Auf- und Abtrag sich voraussichtlich nicht ausgleichen würden, oder
2. wenn eine der beiden Wegstrecken a b c d oder d e f g (Fig. 17) schon ausgebaut ist und nicht mehr verlegt werden darf.

Welche Konstruktionen in solchen Fällen auszuführen wären, hängt ganz von den Umständen ab, läßt sich aber nach Analogie der seitherigen Ausführungen leicht begutachten.

52. An einem Hange von gleichmäßiger Bodenneigung liegen alle Punkte der Halbierungslinie b d in gleicher Höhe; die hierauf senkrechten Linien a c und e f haben n% Gefälle; folglich liegt Punkt a (oder e) um $h = \frac{r.\ n}{100}$ höher und c (oder f) um ebensoviel tiefer als d (oder m), resp. umgekehrt. Derselbe Höhenunterschied h gilt aber auch für die Punkte a (resp. c) und b; und da die Strecke ab (oder bc) p% Steigung hat, so ist auch

$$h = \frac{t.\ p}{100}.$$

Führen wir endlich für t dessen Wert $= \frac{r}{\sin\frac{\alpha}{2}}$ ein, so folgt

$$\sin\frac{\alpha}{2} = \frac{p}{n}.$$

53. Gefällprozent Bodenneigung $n = 10 \quad 20 \quad 30\%$

$p =$					
7%	Winkel $\alpha =$	88,9°	41,0°	27,0°	a. T.
5 „	„ $\alpha =$	60,0°	29,0°	19,2°	„
3 „	„ $\alpha =$	34,9°	17,3°	11,5°	„

54. $t = \frac{r}{\sin\frac{\alpha}{2}} = \frac{r.\,n}{p},$

$$x = t - \frac{r.\,\pi}{2} = r\left(\frac{n}{p} - \frac{\pi}{2}\right).$$

55. Die Berechnung ergiebt folgende Zahlen:

p	r	n = 10		n = 20		n = 30	
		t	x	t	x	t	x
7	10	14,3	—1,4	28,6	12,9	42,9	27,1
	15	21,4	—2,1	42,9	19,3	64,3	40,7
	20	28,6	—2,8	57,1	25,7	85,7	54,3
5	10	20,0	4,3	40,0	24,3	60,0	44,3
	15	30,0	6,4	60,0	36,4	90,0	66,5
	20	40,0	8,6	80,0	48,6	120,0	88,6
3	10	33,3	17,6	66,7	51,0	100,0	84,3
	15	50,0	26,4	100,0	76,4	150,0	126,4
	20	66,7	35,2	133,3	101,9	200,0	168,6

Hiernach wird x nur dann *negativ*, d. h. der Krümmungsmittelpunkt m rückt auf die andere Seite von d, wenn Winkel α nahezu gleich einem Rechten oder wenn die Bodenneigung schwach (bis 10%), das Weggefälle dagegen ein starkes (7%) ist. In diesem Falle wird die ganze Kurve ausnahmsweise etwas kleiner als ein Halbkreis.

56. Soll die Kurve weniger als p%, z. B. nur (p — y) % Steigung bekommen, so wird

$$\frac{r\,\pi}{2} + x = \frac{t.\,p}{p - y} = \frac{r.\,n}{p - y},$$

folglich

$$x = r\left(\frac{n}{p - y} - \frac{\pi}{2}\right).$$

57. Punkt e liegt von vorn herein mit a in gleicher Höhe, nach Ausführung des Wegbaues dagegen um $\frac{x\,.\,p}{100}$ tiefer. Folglich ist die

Abtragshöhe h_1 an diesem Punkte, resp. die Auftragshöhe bei c,

$$h_1 = \frac{x \cdot p}{100}$$

Punkt i liegt von vorn herein um den Betrag

$$r\left(1 - \cos\frac{\alpha}{2}\right)\frac{n}{100}$$

tiefer als a, nach Ausführung des Baues aber um

$$\left(x + \frac{r.\ \pi.\ \alpha}{360}\right)\frac{p}{100}$$

tiefer als a. Hiernach ergiebt sich für i eine Abtragshöhe

$$h_2 = \left(x + \frac{r.\ \pi.\ \alpha}{360}\right)\frac{p}{100} - r\left(1 - \cos\frac{\alpha}{2}\right)\frac{n}{100}$$

und für den gegenüberliegenden Punkt die gleiche Auftragshöhe.

58. Bei Anwendung der unter Aufg. 57 entwickelten Formeln ergeben sich folgende Zahlen:

p	r	n = 10%			n = 20%			n = 30%		
		s	h_1	h_2	s	h_1	h_2	s	h_1	h_2
7	10	7,8	.	16	3,6	90	103	2,4	190	198
	15	11,6	.	24	5,4	135	154	3,5	285	297
	20	15,5	.	32	7,2	180	205	4,7	380	396
5	10	5,2	21	34	2,5	121	128	1,7	221	226
	15	7,8	32	51	3,8	182	191	2,5	332	339
	20	10,5	43	69	5,1	243	256	3,4	443	452
3	10	3,0	53	57	1,5	153	155	1,0	253	254
	15	4,6	79	86	2,3	229	233	1,5	379	381
	20	6,1	106	115	3,0	306	310	2,0	506	509

Hiernach nimmt die Tiefe des Einschnitts bezw. die Höhe der Auffüllung in Kurven mit sinkendem Weggefälle, besonders aber mit steigender Bodenneigung und mit dem Krümmungshalbmesser rasch zu und erreicht schon bald Beträge, welche die Ausführung beim Waldwegbau sehr erschweren oder unmöglich machen würden. Daher die Vorschrift des §. 37.

Das Maximum der Abtragshöhe liegt bei i, d. h. an derjenigen Stelle, wo der auf ab senkrecht stehende Radius den Kreisbogen trifft. Dies war von vornherein anzunehmen, weil dieser Punkt sich am weitesten von der Linie ab entfernt.

59. Der Höhenunterschied zwischen Station 1 und 2 ist = 154 — 143 = 11 cm u. s. w. Giebt man dem tiefstgelegenen Punkte Nr. 16 die Höhenkote 0, so berechnen sich folgende Zahlen:

Station	Höhenunterschied — (cm)	Höhenunterschied + (cm)	Abszisse (m)	Höhenkote (cm)
1	11		0	799
2	15		20	788
3	26		40	773
4	40		60	747
5	44		80	707
6	10		100	663
7		10	120	653
8	84		140	663
9	95		160	579
10	88		180	484
11	85		200	396
12	105		220	311
13	124		240	206
14	52		260	82
15	30		280	30
16		17	300	0
17		66	320	17
18		33	340	83
19		29	360	116
20			380	145
Summa	809	155		

Das Längenprofil ist in Figur 20, wie angefangen, fertig einzuzeichnen.

60. Den gestellten Bedingungen wird durch eine Gefälllinie genügt, welche durch folgende Punkte bestimmt ist:

Station 1 bleibt unverändert,
„ 8 erhält die Wegkote 638,
„ 14 „ „ „ 98,
„ 15—17 erhalten die Wegkote 70,
„ 18—20 bleiben unverändert.

Diese Wegkoten sind vorläufig mit Bleistift in das Längenprofil einzuzeichnen und durch gerade Linien zu verbinden. Dann erhält

die Strecke von St.	1	bis	8	=	1,15%	Gefäll	
" " " "	8	"	14	=	4,50 "	"	
" " " "	14	"	15	=	1,40 "	"	
" " " "	15	"	17	=	0,00 "	"	
" " " "	17	"	18	=	0,65 "	Steigung	
" " " "	18	"	20	= ca.	1,5 "	"	

61.

Stationen Nr.	Höhenkoten des Bodenprofils	Höhenkoten des Wegprofils	Höhe des Auftrags	Höhe des Abtrags.
1	799	799	—	—
2	788	776	—	12
3	773	753	—	20
4	747	730	—	17
5	707	707	—	—
6	663	684	21	—
7	653	661	8	—
8	663	638	—	25
9	579	548	—	31
10	484	458	—	26
11	396	368	—	28
12	311	278	—	33
13	206	188	—	18
14	82	98	16	—
15	30	70	40	—
16	0	70	70	—
17	17	70	53	—
18	83	83	—	—
19	116	116	—	—
20	145	145	—	—

65. Die Querflächen des Abtrags setzen sich (Fig. 21) an beiden Punkten zusammen aus dem Paralleltrapez G und den beiden Grabenflächen g. Der Flächeninhalt von G berechnet sich für Station 9 wie folgt:

Untere Breite = 5 + 2 = 7 m; obere Breite = 7 + 2 . 0,31 = 7,62; Höhe = 0,31 m.

Folglich

$$G = \frac{0,31}{2} \,.\, 14,62 = 2,27 \text{ qm}.$$

Der Grabenquerschnitt g ist ebenso $= 0{,}40 \cdot \frac{1{,}00 + 0{,}20}{2} =$ 0,24 qm; mithin die ganze Abtragsfläche

$$G + 2g = 2{,}27 + 0{,}48 = 2{,}75 \text{ qm}.$$

Ebenso berechnet sich für Station 10

$$G + 2g = 7{,}26 \cdot 0{,}26 + 2 \cdot 0{,}24 = 1{,}89 + 0{,}48 = 2{,}37 \text{ qm}.$$

Hiernach ist die gesuchte Abtragsmasse

$$= \frac{2{,}75 + 2{,}37}{2} \cdot 20 = \mathbf{51{,}2} \text{ cbm}.$$

66. Nach beiden Methoden ergeben sich übereinstimmend folgende Querflächen

bei Station 2 :	ca.	**1,36**	qm	Abtrag,
„ „ 8 :	„	**2,25**	„	„
„ „ 17 :	„	**0,29**	„	„ und
	„	**3,27**	„	Auftrag.

67. Für den „Durchgangspunkt" 7a (zwischen Nr. 7 und 8) ergiebt sich die gesuchte horizontale Entfernung x aus der Proportion:

$$\frac{x}{20 - x} = \frac{8}{25};$$

hieraus folgt

$$x = \mathbf{4{,}85} \text{ m}.$$

Ebenso berechnet sich für den Durchgangspunkt 13a dessen Entfernung von Station 13 zu **10,6** m.

An beiden Durchgangspunkten erhalten wir Abtragsflächen à 0,48 qm, d. i. der doppelte Grabenquerschnitt.

68. Es kommen nur die beiden Tafeln IX und XIII für b = 2,5 m und für B = 3,5 m halbe Wegbreite bei einfacher Böschung in Anwendung. Mit denselben gestaltet sich die Berechnung der Auf- und Abtragsflächen wie folgt:

Station 1: Abtrag beiderseits gleich dem Grabenquerschnitt, also rund	= 0,5 qm,
Station 2: Abtrag nach Aufg. 66 = rund	1,4 „
Station 3: Abtrag an der Bergseite nach Tafel XIII	= 0,7 „
Dgl. an der Thalseite = 0,7 — 0,5 . 0,5	= 0,45 „
Doppelter Grabenquerschnitt	= 0,48 „
zusammen =	rund 1,6 qm,
Station 4: Abtrag an der Bergseite	= 0,6 qm,
dgl. an der Thalseite = 0,6 — 0,5 . 0,4	= 0,4 „
doppelter Grabenquerschnitt	= 0,5 „
zusammen	= 1,5 qm.

Station 5: Abtrag gleich dem doppelten Grabenquerschnitt = 0,5 qm,
Auftrag an der Thalseite nach Tafel IX = 0,1 „
Station 6: Auftrag an der Bergseite nach Tafel IX = 0,5 „
dgl. an der Thalseite = 0,5 + 0,5 . 0,4 = 0,7 „
zusammen = 1,2 qm,

Station 7: Abtrag an der Bergseite nach Tafel XIII = 0,3 . 0,4 = 0,1 qm,
Grabenquerschnitt daselbst = 0,2 „
zusammen = 0,3 qm,

Auftrag an der Bergseite nach Taf. XIII = 0,3 – 0,3 . 0,2 = 0,2 qm,
dgl. an der Thalseite nach Tafel IX = 0.55 + 0,6 . 0,45 = 0,8 „
zusammen = 1,0 qm.

Station 7a, 8, 9 und 10: Siehe Aufg. 65, 66 und 67.

Station 11: Abtrag an der Bergseite = 1,0 + + 0,7 . 0,8 = 1,6 qm,
dgl. an der Thalseite = 0,35 — 0,2 . 0,2 = 0,3 „
doppelter Grabenquerschnitt = 0,5 „
zusammen = 2,4 qm.

Station 12: Abtrag an der Bergseite = 1,2 + 0,7 . 0,8 = 1,8 „
dgl. an der Thalseite = 0,5 — 0,2 . 0,3 = 0,4 „
doppelter Grabenquerschnitt = 0,5 „
zusammen = 2,7 qm.

Station 13: Abtrag an der Bergseite = 0,6 + + 0,7 . 0,8 = 1,2 qm,
dgl. an der Thalseite = 0,15 — 0,2 . 0,1 = 0,1 „
Grabenquerschnitt an der Bergseite = 0,2 „
zusammen = 1,5 qm.

Auftrag an der Thalseite = 0,05 + 0,2 . 0,3 = 0,1 qm

Station 13a: Siehe Aufg. 67.

Station 14: Abtrag an der Bergseite nach Taf. XIII = 0,7 . 0,2 = 0,14 qm,
Grabenquerschnitt daselbst = 0,24 „
zusammen = rund 0,4 qm.

Auftrag an der Bergseite nach Tafel XIII = 0,5 — — 0,7 . 0,4 = 0,2 qm,
dgl. an der Thalseite nach Tafel IX = 0,8 + 0,2 . 05, = 0,9 „
zusammen = 1,1 qm,

Station 15: Beiderseits Thalseite und zwar
links: Auftrag = 1,1 + 0,6 . 0,4 = 1,3 qm,
rechts: dgl. = 2,1 + 0,3 . 0,8 = 2,3 „
zusammen = 3,6 qm.

Station 16: Auftrag an der Bergseite = 2,0 — — 0,3 . 0,5 = 1,8 qm,
dgl. an der Thalseite = 3,3 + 0,9 . 0,9 = 4,1 „
zusammen = 5,9 qm,

Station 17: Siehe Aufg. 66.

Station 18 bis 20: Abtrag links = dem Grabenquerschnitt = 0,2 qm.
Auftrag rechts = 0,9 . 0,3 = 0,3 „

Werden diese Zahlen in das Formular für Erdmassenberechnung eingetragen, so ergiebt sich folgendes:

Station	Höhe des		Querfläche des		Abstand der Stationen	Erdmasse		Summen der Erdmassen	
	Auftrags cm	Abtrags cm	Auftrags qm	Abtrags qm		Auftrag cbm	Abtrag cbm	Auftrag cbm	Abtrag cbm
1	.	.	.	0,5					
2	.	12	.	1,4	20	.	19		
3	.	20	.	1,6	20	.	30		
4	.	17	.	1,5	20	.	31		
5	.	.	0,1	0,5	20	1	20		
6	21	.	1,2		20	13	5		
7	8	.	1,0	0,3	20	22	3		
7a	.	.	.	0,5	4,8	2	2	38	110
8	.	25	.	2,2	15,2	.	21		
9	.	31	.	2,7	20	.	49		
10	.	26	.	2,4	20	.	51		
11	.	28	.	2,4	20	.	48		
12	.	33	.	2,7	20	.	51		
13	.	18	0,1	1,5	20	1	42		
13a	.	.	.	0,5	10,6	1	11		
14	16	.	1,1	0,4	9,4	5	4		
15	40	.	3,6		20	47	4		
16	70	.	5,9		20	95			
17	53	.	3,3	0,3	20	92	3		
18	.	.	0,3	0,2	20	36	5		
19	.	.	0,3	0,2	20	6	4		
20	.	.	0,3	0,2	20	6	4	289	297
								327	**407**

Wollte man die Berechnung genauer durchführen, so wären alle Querprofile aufzuzeichnen, die normalen Wegprofile etwa mit Hilfe einer Schablone einzutragen und die Auf- und Abtragsflächen nach Nr. 1, 2 oder 3 des § 50 zu ermitteln. Bei sorgfältiger Ausführung dieser Arbeit hat sich ergeben:

Auftragsmasse im Ganzen = 329 cbm,
Abtragsmasse " " = 407 " .

Gegenüber der vorigen Berechnung ergibt sich hiernach nur beim Auftrag eine Differenz von 2 cbm, die zweifellos noch in die Fehlergrenze fällt und für die Praxis keine Bedeutung hat.

69. Wenn Station 1 und 8 im Längenprofil (Aufg. 60) unverändert bleiben sollen, so kann der Abtragsüberschuſs dadurch beseitigt werden, daß man die Gefällinie zwischen jenen beiden Stationen, etwa bei Nr. 5, sich nochmals brechen läßt. Zu diesem Zwecke ist Station 5 um einen gewissen Betrag x zu heben; so zwar, daß man sich den gesammten Abtragsüberschuß in Gestalt eines Doppelkeils (s. Fig. 22) über die Wegfläche ausgebreitet denkt. Die Länge der letzteren beträgt 140 m, deren Breite (incl. Graben) kann etwa zu 7 m angenommen werden. Demnach läßt sich für x die Gleichung

$$\frac{7 \cdot 140 \cdot x}{2} = 72$$

aufstellen, woraus x = 14,7 cm folgt. Nehmen wir rund 15 cm an, so ergibt sich für Station 5 die Wegkote 722, während Station 1 und 8 ihre Lage mit 799 resp. 638 cm Höhe behalten. Folglich berechnet sich

für die Strecke 1 bis 5: 0,96 % Gefäll und
" " " 5 " 8: 1,4 " " ,

es wird also zugleich der Vorteil gewonnen, daß der Übergang zu dem stärkeren Gefälle jenseits Station 8 mehr allmählich erfolgt.

70. Analog der Aufg. 61 erhalten wir:

Stationen	Höhenkoten des Bodenprofils	Höhenkoten des Wegprofils	Höhe des Auftrags	Höhe des Abtrags
1	799	799	—	—
2	788	780	—	8
3	773	761	—	12
4	747	741	—	6
5	707	722	15	—
6	663	694	31	—
7	653	666	13	—
8	663	638	—	25

Zwischen Station 4 und 5 ergiebt sich nunmehr ein neuer „Durchgangspunkt“ 4^a, dessen Entfernung von Station 4 sich zu 5,7 m berechnet. Und der Punkt 7^a rückt auf 6,8 m Abstand von Station 7 hinaus.

71. Die Erdmassenberechnung der Aufg. 68 ändert sich wie folgt:

Station	Höhe des		Querfläche des		Abstand der Stationen m	Erdmasse		Summe der Erdmassen	
	Auftrags cm	Abtrags cm	Auftrags qm	Abtrags qm		Auftrag cbm	Abtrag cbm	Auftrag cbm	Abtrag cbm
1	.	.	.	0,5					
2	.	8	.	1,0	20	.	15		
3	.	12	.	1,2	20	.	22		
4	.	6	0,1	0,8	20	1	20		
4a	.	.	.	0,5	5,7	.	4		
5	15	.	1,0	0,2	14,3	7	5		
6	31	.	1,8	.	20	28	2		
7	13	.	1,4	0,3	20	32	3		
7a	.	.		0,5	6,8	5	3	**73**	**74**
8	.	25		2,2	13,2		18		

Durch die Verlegung des Punktes 7^a vermindert sich nun auch die Abtragsmasse zwischen 7^a und 8 um 3 cbm. Der Abtragsüberschuß der ganzen Strecke 7^a bis 20 beträgt also nur noch 5 cbm, die vernachlässigt oder allenfalls dadurch beseitigt werden können, daß man die Strecke 15 bis 17 parallel zu sich selbst um 1 cm hebt und demgemäß die Auftragsmassen zwischen 15 und 16 resp. 16 und 17 kurzer Hand auf 98 resp. 94 cbm erhöht.

Die ganze Berichtigung ist in dem Formular der Erdmassenberechnung (Anhang) mit rother Tinte auszuführen. Die drei letzten Spalten dieses Formulars kommen erst beim Kostenvoranschlag (§. 60) in Anwendung.

73. Die beiden Strecken von Station 1 bis 7^a und von 7^a bis 20 sind getrennt zu behandeln.

a. Für die Strecke 1 bis 7^a hat die ursprüngliche Erdmassenberechnung (Aufg. 68) ergeben:

110 cbm Abtrag und
38 „ Auftrag.

Vergrößert sich das Volumen der Abtragsmasse um 6%, so erhalten wir (rund) 117 cbm, also 79 cbm Überschuß; demnach wäre Punkt 5 um

$$x = \frac{2 \,.\, 79}{140 \,.\, 7} = 0{,}16 \text{ m}$$

zu heben.

b. Der Abtrags-Ueberschuß von (rund) 26 cbm, welcher sich nunmehr für die Strecke 7^a bis 20 ergiebt, kann dadurch beseitigt werden, daß Punkt 14 um

$$x = \frac{2 \,.\, 26}{7 \,.\, 140} = 0{,}053 \text{ m}$$

oder rund 5 cm gehoben wird, während Station 8 und 15 unverändert bleiben. Das Gefäll zwischen Station 8 und 14 ermäßigt sich hierdurch auf 4,46%.

Man hätte auch ohne Trennung der beiden Strecken den ganzen Abtragsüberschuß von (rund) 105 cbm dadurch beseitigen können, daß man Station 8 um

$$x = \frac{2 \,.\, 105}{7 \,.\, 260} = 0{,}115 \text{ m}$$

oder rund 12 cm gehoben hätte, wobei die Strecken 1 bis 8 und 8 bis 14 je einerlei Gefäll behalten hätten. Dasjenige der letztgenannten Strecke wäre aber hierdurch auf 4,6% erhöht worden.

74. Nach §. 53 Nr. 3 durch seitliche Verschiebung der Wegmitte in Fig. 23 von m nach m', bezw. des ganzen Wegprofils von abcdef nach a' b' c' d' e' f'.

Das Maß dieser Verschiebung, d. h. die Strecke m m' = x läßt sich wie folgt bestimmen.

Bleibt die Wegmitte in m und bezeichnen wir die halbe Wegbreite ohne Graben (me = $2^1/_4$ m) mit b, mit Graben (mb = $3^1/_4$) mit B, die Grabenquerfläche mit q, so berechnet sich die Querfläche des Abtrags zu

$$\frac{B\,H}{2} + q = G$$

und die Querfläche des Auftrags zu

$$\frac{b\ h}{2} = F.$$

Es ist aber

$$\frac{H}{H + B} = 0{,}op = 0{,}36,$$

folglich

$$H = \frac{0{,}36\ .\ 3{,}25}{0{,}64} = 1{,}83\ m.$$

Ebenso $h = \frac{0{,}36\ .\ 2{,}25}{0{,}64} = 1{,}27$ m. Endlich

$$q = \frac{1{,}0 + 0{,}2}{2}\ .\ 0{,}4 = 0{,}24\ qm.$$

Demnach

$$G = \frac{3{,}25\ .\ 1{,}83}{2} + 0{,}24 = 3{,}21\ qm,$$

$$F = \frac{2{,}25\ .\ 1{,}27}{2} \qquad = 1{,}43\ \text{"}$$

und der Abtrags-Überschuß $G - F \qquad = 1{,}78$ „

Diesen Abtrags-Überschuß denken wir uns auf die beiden schraffierten Vierecke a b b' a' und e f f' e' verteilt. Da aber der Inhalt des ersteren etwas kleiner als x H, derjenige des zweiten etwas größer als x h ist, so kann die Summe beider = x (H + h) gesetzt werden und es ist somit

$$x = \frac{G - F}{H + h} = \frac{1{,}78}{3{,}10} = 0{,}574\ m.$$

Das Maß der seitlichen Verschiebung ergiebt sich also — jedoch nur bei gleichmäßiger Bodenneigung —, indem man die Differenz der Querflächen des Auf- und Abtrags durch die Summe der beiderseitigen Böschungshöhen dividiert.

Das nämliche Resultat kann selbstverständlich auch dadurch erzielt werden, daß man von vornherein den Stationspunkt m als Mitte der gesammten Wegbreite incl. Graben ansieht.

Dann wird

$$m\,e = m\,b = \frac{5{,}5}{2} = 2{,}75,$$

d. h. das Wegprofil rückt von vornherein um 0,5 m thalwärts, ferner wird

$$H = h = \frac{0{,}36 \,.\, 2{,}75}{0{,}64} = 1{,}55 \text{ und}$$

$$G - F = q = 0{,}24, \text{ folglich}$$

$$x = \frac{0{,}24}{3{,}1} = 0{,}077;$$

d. h. das ganze Wegprofil wird noch um weitere 7,7 cm seitwärts, und zwar nach der Thalseite, verschoben; im ganzen also gegenüber der in Fig. 23 dargestellten ersten Lage um 0,577 m.

Die Differenz in der dritten Decimalstelle des Endergebnisses rührt von den Abrundungen her und wäre bei genauerer Berechnung der Werte H, h, G und F zu vermeiden gewesen.

Für die Praxis dürfte sich der letztere Rechnungsmodus am meisten empfehlen; umsomehr, als in vielen Fällen der kleine Abtragsüberschuß, den der Seitengraben verursacht, ganz unbeachtet bleiben kann, weil die bergseitige Böschung steiler angelegt werden darf als die thalseitige Dann ist einfach je die Hälfte der gesamten Wegbreite (einschließlich des Grabens) rechts und links vom Stationspunkt anzulegen.

75. Nach Aufg. 68 und 71 beträgt die gesamte Abtragsmasse.

zwischen Station 1 und 7a = 74 cbm,
" " 7a " 20 = 294 "

Für das Loshacken ɀc. der Abtragsmassen sind demnach zu rechnen

74 . 0,43 = 31,82 Tagschichten,
294 . 0,285 = 83,79 "
zusammen = 115,61 "

76. Die Berechnung ergibt folgende Einträge in die noch leeren Spalten des Formulars für Erdmassenberechnung (Anhang):

Stationen	Erdmasse Auftrag cbm	Erdmasse Abtrag cbm	Fehlbetrag cbm	Fehlbetrag Zu decken aus dem Ueberschuß der Strecke	Transportweite m
1					
2		15			
3		22			
4	1	20			
5	7	9			
6	28	2	2	4—5	20
			19	3—4	40
			5	2—3	60
7	32	3	17	2—3	80
			12	1—2	100
8	5	21			
9		49			
10		51			
11		48			
12		51			
13	1	42			
14	6	15			
15	47	4	3	1—2	260
			9	13—14	20
			31	12—13	40
16	98		10	12—13	60
			51	11—12	80
			37	10—11	100
17	94	3	11	10—11	120
			51	9—10	140
			29	8—9	160
18	36	5	20	8—9	180
			11	7—8	200
19	6	4	2	7—8	220
20	6	4	2	7—8	240
	367	368	322		

77. Im Ganzen sind 322 cbm Erdmasse zu transportieren, hiervon

11 cbm	20 m	weit	à 0,12	= 1,32	Tagschichten,
50 „	40 „	„	„ 0,15	= 7,50	„
15 „	60 „	„	„ 0,18	= 2,70	„
68 „	80 „	„	„ 0,21	= 14,28	„
49 „	100 „	„	„ 0,24	= 11,76	„
11 „	120 „	„	„ 0,27	= 2,97	„
51 „	140 „	„	„ 0,30	= 15,30	„
29 „	160 „	„	„ 0,32	= 9,28	„
20 „	180 „	„	„ 0,35	= 7,00	„
11 „	200 „	„	„ 0,38	= 4,18	„
2 „	220 „	„	„ 0,41	= 0,82	„
2 „	240 „	„	„ 0,44	= 0,88	„
3 „	260 „	„	„ 0,46	= 1,38	„
322				**79,37**	„

Statt dessen kann man auch aus dem Ansatze

$$x = \frac{11 . 20 + 50 . 40 + \ldots + 3 . 260}{322}$$

die mittlere Transportweite berechnen. Dieselbe ergiebt sich zu 106 m, wofür auf dem Wege der Interpolation

$$0{,}24 + \frac{6 . 0{,}14}{100} = 0{,}248 \text{ Tagschichten}$$

pro cbm, im Ganzen also

$$322 . 0{,}248 = \mathbf{79{,}85} \text{ Tagschichten}$$

in Ansatz zu bringen wären. Der Unterschied im Ergebnis beider Rechnungsarten ist, wie man sieht, ganz unerheblich.

78. Für Loslösung der Abtragsmassen nach Aufg. 75:

115,61 Tagschichten à 2 M. = 231,22 M.

Für Beförderung von 322 cbm Erdmasse zu den Baustellen nach Aufg. 77

79,37 Tagschichten à 2 M. = 158,74 M.

Da die ganze Weglänge 380 m, die durchschnittliche Wegbreite incl. Graben und Böschungen etwa 7 m beträgt, so kommen für Verebnung des Wegkörpers noch hinzu

7 . 380 . 0,012 = 31,92 Tagschichten à 2 M.
= 63,84 M.

Der gesamte Kostenaufwand beträgt sonach

$$231,2 + 158,7 + 63,8 = \mathbf{454}\ \text{M.}$$

oder $\frac{454}{380} = 1,20$ M. vom laufenden Meter Wegstrecke.

79. Für den Erdtransport wären nur 0,6 der berechneten Kosten in Ansatz zu bringen, also im Ganzen

$$231,2 + 95,2 + 63,8 = 390\ \text{M.}$$

Die Ersparnis betrüge somit **64** M. oder 14%.

80. Nach §. 62 und den unter Aufg. 78 und 80 verzeichneten Tagelöhnen wären per cbm zu rechnen:

	für Transport mit Schiebkarren	Spannfuhrwerk
bei 100 m Entfernung	0,48 M.	0,66 M.
„ 200 „ „	0,76 „	0,76 „
„ 300 „ „	1,04 „	0,85 „

Hiernach würde sich die Anwendung von Spannfuhrwerk erst bei Entfernungen von durchschnittlich mehr als 200 m, im vorliegenden Falle also nicht empfehlen.

81. Nach den unter Aufg. 52, 54, 56 und 57 entwickelten Formeln ergeben sich folgende Zahlen.

Der Gegenzugs-Winkel α (Fig. 19) berechnet sich aus

$$\sin\frac{\alpha}{2} = \frac{p}{n} = \frac{6}{19}$$

zu $36,8^0$ a. T.

Die Strecke ab = bc = t wird $= \frac{12\ .\ 19}{6} = 38,0$ m, dagegen die halbe Länge der Kurve $= \frac{38,0\ .\ 6}{5} = 45,6$ m und

$$x = 45,6 - 12\ .\ 1,5708 = 26,8\ \text{m.}$$

Ferner berechnet sich das Bogenstück s = ei (Fig. 19), die Abtragshöhe h_1 bei e und die Abtragshöhe h_2 bei i wie folgt:

$$s = \frac{12\ .\ 3,1416\ .\ 36,8}{360} = 3,9\ \text{m.}$$

$$h_1 = \frac{26,8\ .\ 5}{100} = 134\ \text{cm}$$

$$h_2 = (26,8 + 3,9)\ 0,05 - 12\ (1 - \cos 18^0,4)\ 0,19 = 142\ \text{cm.}$$

Hieraus ergiebt sich für die Auf- und Abtragsmasse mit Benützung der Hilfstafel IX. folgende Berechnung:

Station	Querfläche des Auftrags	Querfläche des Abtrags	Entfernung	Erdmasse Auftrag	Erdmasse Abtrag
a	0,8	0,8	.	.	.
e	.	9,0	26,8	11	131
i	.	9,6	3,9	.	36
k	.	.	14,9	.	72
			Summa 45,6	**11**	**239**

Die hier berechnete Abtragsmasse ist streng genommen etwas zu groß, weil bei Station i die Bodenneigung im Querprofil, d. h. senkrecht auf die Wegrichtung, nicht ganz 19% beträgt. Indeß wird der Fehler nicht sehr erheblich und um so weniger zu beanständen sein, als man immer lieber etwas zu viel als zu wenig Erdmasse in Ansatz bringt. Auch wird er teilweise dadurch aufgehoben, daß die Auftragsmasse zwischen Station a und e ebenfalls zu hoch berechnet ist. Zu genauerer Veranschlagung würde spezielle Aufnahme der Längen- und Querprofile mit kurzen Stations-Abständen erforderlich sein.

Der Kostenvoranschlag stellt sich mit Benützung der Ansätze in §. 61 bis 63 und in Anbetracht des Umstandes, daß die Auf- und Abtragsmassen der beiden Kurvenhälften sich gegenseitig ausgleichen, wie folgt:

239 cbm Grund loszuhacken à 0,30	=	71,7 Tagschichten,
228 „ „ durchschnittlich 46 weit zu transportieren à 0,16	=	36,5 „
6,5 × 91 = 591 qm Wegfläche zu verebnen à 0,012	=	7,1 „
zusammen	=	115,3 Tagschichten.

Bei einem Tagelohn von 2 Mark würde hiernach der Kostenaufwand **230,6** Mark oder vom laufenden Meter 2,53 Mark betragen, während die Ausführung eines einfachen, der Bodenoberfläche sich anschmiegenden, Hangweges bei sonst gleichen Ansätzen nur etwa 60 Pfg. pro Meter kosten würde.

Die ganze Rechnung ist allerdings, wie schon erwähnt, nur eine annähernde und soll hier lediglich dazu dienen, die Kostspieligkeit der Kurvenbauten an Hängen von nicht ganz geringer Bodenneigung zu veranschaulichen.

82. Nach Aufgabe 65 beträgt der Grabenquerschnitt 0,24 qm; folglich die Aushubsmasse vom laufenden Meter jedes Seitengrabens 0,24 cbm.

Nach Aufg. 75 werden auf der Strecke von Station 1 bis 7ª pro cbm 0,43 Tagschichten gerechnet; dazu kommen nach Aufg. 78 noch

0,012 Tagschichten pro qm Grabenfläche für kunstgemäße Verebnung der Böschungen und der Sohle; folglich beträgt bei 2 Mark Taglohn der Gesammtaufwand vom laufenden Meter

(0,24 . 0,43 + 0,012) 200 = **23** Pfg.

Ebenso berechnet sich für die Strecke 7[a] bis 20:

(0,24 . 0,285 + 0,012) 200 = **16** Pfg.

83. In Figur 24 sind die Grundflächen beider Kanalmauern mit den 4 Seitenflügeln, die nur zur Verstärkung dienen, durch Schraffierung bezeichnet. In den zwischen beiden befindlichen lichten Raum kommt demnächst das Rollpflaster. Hiernach berechnet sich für den Erdaushub:

a) dessen Grundfläche = 5 . 1,4 + 4 . $0,5^2$ = 8 qm;
b) dessen Tiefe incl. Fundament = 0,75 + 0,20 = 0,95 m;
c) dessen Masse = 8 . 0,95 = **7,60** cbm,
d) Kostenaufwand = 7,6 . 0,27 . 1,8 = **M. 3,69**.

84. Grundfläche beider Mauern zusammen

= 2 (5 . 0,5 + 2 . $0,5^2$) = 6 qm.

Höhe derselben = 0,6 m; folglich Inhalt des Mauerwerks = 3,6 cbm; dgl. des Rollpflasters = 5 . 0,4 . 0,2 = 0,4 cbm. Hierzu sind erforderlich

3,6 . 1,25 + 0,4 = 4,9 cbm Steine.

Brecherlohn per cbm nach § 61 = 0,61 . 1,8 = 1,10 M,
Fuhrlohn „ „ „ § 62 = 0,094 . 9 = 0,85 „

Demnach Kosten der Steinlieferung = 4,9 . 1,95 = **M. 9,55.**

85. Gesamtinhalt der Deckplatten = 5 . 0,8 . 0,2 = 0,8 cbm.

Kostenbetrag = 0,8 (2,20 + 0,85) = **M. 2,44.**

86. Da nach § 66 pro cbm ein Arbeitstag zu rechnen ist und die Mauern einschließlich der Deckplatten 4,4 cbm ausmachen, so ergiebt sich

4,4 × 2,5 = **M. 11,00.**

87. Die seither berechneten Kosten betragen

3,69 + 9,55 + 2,44 + 11,00 = M. 26,68.

Dazu kommt noch für Stellung des Rollpflasters: 5 . 0,4 . 0,04 . 1,8 = 14 Pfg.; ferner für Wieder-Verebnung der Fahrbahn nach § 63: 5 . 1,4 . 0,01 . 1,8 = 13 Pfg.; zusammen M. = 26,95 oder rund **27 M.**

Für das Überdecken des Kanals mit einer ca 15 cm hohen Erdschichte ist dabei ein besonderer Betrag nicht ausgeworfen, weil diese Arbeit nach § 61 in den dortigen Ansätzen, hier also in den unter Aufg. 83 berechneten M. 3,69 inbegriffen ist.

88. Erdaushub = 5 . 1 . 0,75 = 3,75 cbm. Kostenaufwand dafür = 3,75 . 0,27 . 1,80 = M. 1,82.

Steinlieferung = 3,75 cbm à 1,95 (Aufg. 84) = M. 7,31.

Einstellen und Abkeilen der Steine = 5 qm à 0,16 . 1,80 = 1,44 M.

Zusammen = **M. 10,57.**

89. Erdaushub = 5 . 0,5 . 0,4 + 5 . 1,0 . 0,35 = 1,0 + 1,75 = 2,75 cbm. Kostenbetrag = 2,75 . 0,27 . 1,80 = M. 1,34.

Holzlieferung : $\frac{500}{15}$ = 33 Eichenprügel, 1 m lang, 15 cm dick, = 0,58 cbm à 12 M. = M. 6,96. Ferner $\frac{100}{10}$ = 10 Fichtenstangen, 5 m lang, 10 cm dick, = 0,39 cbm à 8 M. = M. 3,12.

Zusammen = M. 11,42. Rechnet man hierzu für das Zuschneiden, Einlegen und Festnageln der Hölzer, sowie für die Wieder-Verebnung der Fahrbahn noch 1 bis 2 Arbeitstage, so ergiebt sich ein Gesamtaufwand von **13 bis 15 Mark**, der sich noch weiter erhöhen würde, wenn das Holz weither angefahren werden müßte.

Sollte sich eine Verschalung der senkrechten Grabenwände als notwendig erweisen, so wären deren Kosten nach Analogie des vorstehenden zu veranschlagen.

90. Auf Grund der Angaben in den § 61, 62, 66 und 69 können folgende Posten ausgeworfen werden:

1. Ausheben des Steinbettes 3,5 . 0,20 = 0,70 cbm
   à 0,22 . 1,50 = ... M. 0,23.
2. Steinlieferung und zwar
   Brecherlohn per cbm = 0,61 . 1,50 = 0,915,
   Setzerlohn „ „ = 0,12 . 1,50 = 0,180,
   Fuhrlohn „ „ = 0,135 . 8,00 = 1,080,
   zusammen = 2,175.
   0,70 cbm à 2,175 = ... M. 1,52
3. Zwei laufende Meter Rollkamm zu stellen à 0,025
   . 1,50 = ... M. 0,07
4. Dazwischen ca. 3 qm Packlage zu stellen und zu
   verkeilen à 0,04 . 1,50 = ... M. 0,18
5. Rechnet man auf die letztere 15 cm Höhe, so bleiben
   noch 5 cm für die Deckung mit Kleinschlag übrig,
   d. i. per laufenden Meter 0,05 . 3,5 = 0,175 cbm.
   Diese zu klopfen und auszubreiten kostet nach
   mittleren Ansätzen 0,175 . (0,75 + 0,09) . 1,50 = M. 0,22

zusammen pro lauf. Meter **M. 2,22**

d. i. ca. 63 Pfg. pro qm Steindecke.

91. Die unter Nr. 5 der vorigen Aufgabe berechneten 22 Pfg. kämen in Wegfall; dagegen nach § 62 für Wieder-Verebnung der Fahrbahn 5 × 0,12 × 1,50 = 9 Pfg. in Ansatz. Ersparnis = **13 Pfg.** vom laufenden Meter.

92. Um 1 cbm Steine zu erhalten, braucht man in diesem Falle nur 0,833 cbm Fels zu brechen. Der Brecherlohn vermindert sich also um 0,177 . 0,61 . 1,50 = 16 Pfg. pro cbm; der Kostenaufwand p. laufenden Meter Chaussierung um 0,7 . 16 = **11 Pfg.**

93. Erdaushub pro lauf. Meter = 1,2 . 0,25 = 0,3 cbm. Kosten desselben = 0,3 . 0,22 . 1,50 = 10 Pfg.

Steinlieferung = 0,3 cbm à 2,175 = 65 Pfg.

Ausstellung der Längsgraben mit ca. 20 cm hohen Steinen und Verkeilen derselben = 1,2 qm à 0,04 . 1,50 = 7 Pfg.

Deckung mit Kleinschlag: 1,2 . 0,05 = 0,06 cbm à 0,84 . 1,50 = 8 Pfg. Zusammen = **90 Pfg.** p. lauf. Meter.

Werden außerdem, zum Zwecke der Entwässerung des Wegkörpers in Entfernungen von je 10 m beiderseits kleine Sickerdohlen, ca. 1,5 m lang und ebenfalls 60 cm breit, nach dem Seitengraben hin geführt, so erhöht sich der Kostenaufwand p. lauf. Meter um 1,5 . 9 = ca 14 Pfg.

94. Ausheben des Steinbettes wie unter Aufg. 82 = 0,23 M.

Material-Lieferung = 0,7 . 1,50 = 1,05 M.

Sortierung des Materials und Eindeckung = 0,7 . 0,12 . 1,50 = 0,14 M.

Zusammen = **M. 1,42** p. lauf. Meter.

95. Die gesamte Wegbreite mit Graben beträgt 3 m; folglich die Abtragsmasse vom laufenden Meter nach Tafel V 0,3 cbm; dazu der Grabenauswurf = $\frac{0,75 + 0,15}{2}$. 0,3 = 0,135 cbm; zusammen rund 0,4 cbm. Hiernach berechnet sich der Kostenaufwand wie folgt:

0,4 cbm loszuhacken und wegzuschaufeln à 0,35 = 0,14 Tagschichten,
ca. 4 qm zu verebnen à 0,012 = ... 0,05 „
zusammen = 0,19 „

oder 0,19 . 1,80 = **0,34 M.**

96. Nach den Zusammenstellungen unter Aufg. 55 und 58 kommen für die anzulegende „austretende Bogenlinie" (Fig. 19) folgende Zahlen in Ansatz:

t = 30,0 m,
x = 6,4 „
s = 7,8 „

$h_1 = 32$ cm,
$h_2 = 51$ „.

Hiernach und mit Hilfe der Tafel V berechnet sich die Abtragsmasse (incl. Graben) wie folgt:

Station	Querfläche Abtrag	Entfernung m	Erdmasse (cbm) Abtrag
a	0,2		
e	1,2	6,4	4
i	1,9	7,8	12
k	0,1	15,8	16
	Summa	30,0	32

Die Kosten sind demnach folgende:

32 cbm abzutragen à 0,35 =	11,2	Tagschichten,
dieselben*) 30 m weit zu transportieren à 0,135 =	4,3	„
60 . 4 = 240 qm zu verebnen 0,012 =	2,9	„
Zusammen =	18,4	„

zu 1,80 M., also im Ganzen 33,12 M. oder vom laufenden Meter rund **55 Pfg.**

*) Streng genommen wären etwas weniger als 32 cbm zu transportieren, weil die Auftragsmasse der anderen Kurvenhälfte geringer ist.

97. Der Kostenvoranschlag wird sich ungefähr wie folgt stellen:

a. Unterbau der festen Bahnstrecke 9000 m à 0,45 — 4050 M.

b. Holzwert einer Schwelle = 35 Pfg., Zahl der Schwellen $= \frac{9000}{0,8} = 11250$, Gesamtausgabe = 11250 (0,35 + 0,30) = — 7312 „

c. Lieferung der Schienen:
135000 kg à 14 Pfg. . . . . 18900 „
Verlegen derselben:
9000 m à 40 Pfg. . . . . 3600 „

d. 500 m fertige Schienenjoche à 3,20 M. . . . 1600 „

e. Zwei Drehscheiben à 80 M. . . . . 160 „
Drei Weichen à 80 M. . . . . 240 „
Eine Ladevorrichtung von mittlerem Preis etwa 170 „

f. Zwölf Wagen à 230 M. . . . . 2760 „
Vier Rahmengestelle à 80 M. . . . . 320 „

Summe = **39112 M.**

Hiervon entfallen auf den Bau 35862 M., d. i. etwa 3,77 M. für das laufende Meter; auf Anschaffung der Betriebsmittel 3250 M.

Zur Vergleichung wird aus der einschlägigen Litteratur folgendes bemerkt:

Die Waldeisenbahn im Kottenforst bei Bonn hat nach Sprengels Angabe (A. F. und J. Z. 1893, S. 276) bei einer Gesamtlänge von 10200 m im Ganzen 29950 M. Anlagekosten verursacht, d. i. 2,94 M. per Meter.

Weit kostspieliger sind die sehr solid gebauten Gebirgsbahnen mehrerer Oberförstereien in Elsaß-Lothringen.

Oberförsterei Alberschweiler: Ältere Rollbahn, 1883—86 von Oberförster Hallbauer angelegt: 13 km feste und 500 m fliegende Geleise; gesamte Anlagekosten = 51777 M., d. i. 3,83 M. per Meter. — Neuere, zum Maschinenbetrieb (von Oberförster Pilz) eingerichtete Bahn : 37,7 km Gesamtlänge, Kostenaufwand incl. Grunderwerb, Lokomotiven u. s. w. = 498700 M., d. i. 13,2 M. per Meter. — Vgl. Bericht über die XXII. Vers. Deutscher Forstmänner, S. 134 ff.

Oberförsterei Barr: Rollbahn mit 8150 m festen und 300 m fliegenden Geleisen; Baukosten = 50375 M. (5,96 M. per Meter); rollendes Material 2c. = 3152 M. — Vgl. Rebmann, A. F. und J. Z. 1889, S. 410.

Oberförsterei Rothau: Ältere Rollbahn = 4,5 km. Baukosten = 27943 M. (6,21 M. per Meter). Vgl. Bierau, A. F. und J. Z. 1888, S. 344. Über die Anlagekosten der neueren Maschinenbahn daselbst liegen noch keine Angaben vor.

98. Für horizontale Bahn ist nach der Formel des §. 21

$$G = \frac{P}{f} = \frac{120}{0{,}005} = 24000 \text{ kg}.$$

Soll hierbei die Belastung eines Wagens nach Aufg. 97 f nicht mehr als ca. 2500 kg betragen, so wären 27 fm auf 8 Wagen zu verladen und diese mittelst Kuppelstangen zu einem Zuge zu verbinden.

Bei 3% Steigung kommt dagegen die Formel

$$G = \frac{P - g \,.\, \sin \alpha}{\sin \alpha + f}$$

in Anwendung. Nehmen wir wie in Aufg. 12 das Gewicht eines Pferdes zu 350 kg an, so wird

$$G = \frac{120 - 700 \,.\, 0{,}03}{0{,}03 + 0{,}005} = 2830 \text{ kg},$$

d. h. die Pferde ziehen, ohne besondere Anstrengung, höchstens ca. 3 fm.

Daß bei erheblicher Steigung die Eisenbahn verhältnißmäßig wenig leistet, wurde schon unter Aufg. 9 festgestellt.

99. ad a) Täglich werden 3 . 27 = 81 fm Holz zum Lagerplatz befördert.

$$\text{Fuhrlohn p fm} = \frac{1200}{81} = 15 \text{ Pfg.,}$$

$$\text{für Auf- und Abladen} = 50 \text{ „}$$

$$\text{Zusammen} = \mathbf{65\ Pfg.}$$

oder pro fm km 13 Pfg.

ad b) Jede Doppelwagenladung faßt nach Aufg. 98 ca. 5000 kg oder $6^1/_2$ fm. Für die 4 Thalfahrten kommen also nur $\frac{200}{26} = 7{,}7$ Pfg. Bremserlohn pro fm in Ansatz.

Dagegen erfordert die Bergfahrt für jeden leeren Wagen nahezu eine Pferdekraft, denn

$$P = f \,.\, G + (G + g) \sin \alpha$$
$$= 0{,}005 \,.\, 300 + 650 \,.\, 0{,}07 = 47 \text{ kg;}$$

zumal wo Kurven vorkommen, in denen die Reibung sehr vergrößert wird. Für die täglich zu befördernden 26 fm sind also ebenfalls 2 Pferde mit je einem Fuhrmann erforderlich; folglich pro fm $\frac{1200}{26} =$ 46,2 Pfg. zu rechnen.

Demnach stellen sich die Transportkosten einschließlich des Auf- und Abladens im Ganzen auf **1,04 M.** pro fm, oder 21 Pfg. pro fm km.

100. ad a) Die geforderten 15% des Anlagekapitals von 39112 M. betragen 5867 M. oder ca. 98 Pfg. auf jedes Festmeter der jährlichen Fällung. Dazu kommen nach Aufg. 99ᵃ noch 65 Pfg. Transportkosten. Der Erlös pro fm müßte also um **1,63 M.** steigen.

ad b) Dgl. 0,98 + 1,04 = **2,02 M.**

ad c) Bei 2% Steigung wird

$$G = \frac{120 - 700 \,.\, 0{,}02}{0{,}02 + 0{,}005} = 4240 \text{ kg,}$$

d. h. zwei Pferde befördern jedesmal etwa nur eine Doppelwagenladung mit 4,5 fm; folglich im Tage 13,5 fm à 1,39 M. Transportkosten incl. Auf- und Abladen. Der Erlös pro fm müßte also um **2,37 M.** steigen, wenn die Bahnanlage sich rentieren sollte.

Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, daß die Verhältnisse oft nicht so einfach liegen, als hier angenommen wurde. Schon die Anlagekosten der Bahn werden verschieden sein, jenachdem dieselbe horizontal oder steigend oder (als Rollbahn) mit starkem Gefälle ausgeführt wird. Dazu kommen weitere Modifikationen je nach der Art des Bahnbetriebs und der übrigen in §. 90 genannten Umstände. Andererseits können außer der Erhöhung der Holzpreise auch noch die unter Nr. 1 und 2 des §. 89 angedeuteten Vorteile in Betracht kommen.

Die Rentabilitätsrechnung wird hiernach unter Umständen eine viel kompliziertere. Für die Zwecke dieses Buches schien es genügend, die Art der Ausführung solcher Rechnungen nur durch ein ganz einfaches Beispiel anzudeuten, dessen Zahlen auch keinen Anspruch auf absolute Giltigkeit erheben sollen.

Anhang:

Hilfstafeln zur Erdmassen-Berechnung.

Hilfstafeln zur Erdmassen-Berechnung.

I. Zweck der Hilfstafeln.

Die Tafeln sollen für jeden Stationspunkt die Querflächen des Auf- oder Abtrags (vgl. § 51) unmittelbar angeben, wenn

1. die Auf- oder Abtragshöhe bekannt (vgl. § 46) und wenn
2. die Bodenneigung vom Stationspunkt nach links und rechts durch Nivellement (vgl. Aufg. 63) ermittelt ist.

Graben-Querflächen sollen in den Tafelansätzen nicht enthalten sein, also vorkommenden Falles besonders aufgerechnet werden.

II. Entwickelung der Formeln, die zur Aufstellung der Tafeln benutzt worden sind.

Die Auf- und Abtragsflächen sind beiderseits (links und rechts vom Stationspunkt) verschieden, je nachdem die Bodenoberfläche ansteigt oder fällt. Man kann demnach von vornherein eine Bergseite und eine Thalseite unterscheiden; an den meisten Stationspunkten werden beide vorhanden sein; ausnahmsweise können aber auch zwei Berg- oder zwei Thalseiten vorkommen, wenn das Terrain vom Stationspunkt aus nach beiden Seiten fällt oder steigt.

Behufs Entwickelung der Grundformeln wird zunächst angenommen, daß der Stationspunkt die Mitte der Fahrbahn bezeichnet; daß also je die halbe Wegbreite rechts und links zu liegen kommt, und daß keine Seitengraben gezogen werden.

Im Nachfolgenden bedeutet

b die halbe Wegbreite,
$\pm$ h die Auf- oder Abtragshöhe am Stationspunkt,
α den Neigungswinkel der Bodenoberfläche,
β den Böschungswinkel,
f die Auftragsfläche,
g die Abtragsfläche; ferner soll
$\cot\alpha = m$ und
$\cot\beta = n$ gesetzt werden.

Dann sind je nach dem Maße der Auf- und Abtragshöhe folgende Fälle, innerhalb eines jeden derselben aber Berg- und Thalseite zu unterscheiden:

1. Fall: $\pm \mathbf{h} = \mathbf{0}$ (Fig. 26)

Bergseite:

$$\frac{x}{y} = \operatorname{cotg} \beta = n,$$

$$\frac{b + x}{y} = \operatorname{cotg} \alpha = m = \frac{b}{y} + n,$$

$$y = \frac{b}{m - n},$$

$$\text{Abtragsfläche } g = \frac{by}{2} = \frac{b^2}{2\,(m - n)}.$$

Thalseite:

Hier ergiebt sich, wie ebenso zu beweisen, die nämliche Formel für die Auftragsfläche f, also

$$f = \frac{b^2}{2\,(m - n)};$$

d. h. Auf- und Abtrag gleichen sich gegenseitig aus, wenn die Bodenneigung (α resp. m) beiderseits die nämliche ist.

2. Fall: $+ \mathbf{h} < \frac{\mathbf{b}}{\mathbf{m}}$ (Fig. 27).

Bergseite:

In diesem Falle haben wir an der Bergseite sowohl Auf- als Abtrag. Es ist

$$\frac{b_1}{h} = \operatorname{cotg} \alpha = m, \text{ folglich}$$

$$f = \frac{b_1 h}{2} = \frac{mh^2}{2}.$$

$$\text{Ferner: } \frac{b_2 + x}{y} = m = \frac{b_2}{y} + n$$

$$y = \frac{b_2}{m - n} = \frac{b - b_1}{m - n} = \frac{b - mh}{m - n}, \text{ folglich}$$

$$g = \frac{b_2\,y}{2} = \frac{(b - m\,h)^2}{2\,(m - n)}.$$

Thalseite:

$$b_3 = b + n\,h$$

$$y = \frac{b_3}{m - n},$$

$$f = \frac{(b + b_3)\,h}{2} + \frac{b_3\,y}{2}$$

$$= \frac{(2\,b + n\,h)\,h}{2} + \frac{(b + n\,h)^2}{2\,(m - n)}.$$

3. Fall: $+\mathbf{h} = \frac{\mathbf{b}}{\mathbf{m}}$ (Fig. 28).

Bergseite:

Hier ergiebt sich an der Bergseite nur Auftrag und zwar

$$f = \frac{b\,h}{2} = \frac{b^2}{2\,m} = \frac{m\,h^2}{2}.$$

Thalseite:

Die Auftragsfläche berechnet sich nach der nämlichen Formel wie im 2. Falle.

4. Fall: $+\mathbf{h} > \frac{\mathbf{b}}{\mathbf{m}}$ (Fig. 29).

Bergseite:

$$\frac{x}{y} = n,$$

$$\frac{b_1 - x}{y} = m = \frac{b_1}{y} - n,$$

$$y = \frac{b_1}{m + n},$$

$$b_1 = b + n\,h,$$

$$f = \frac{(b + b_1)\,h}{2} - \frac{b_1\,y}{2},$$

$$= \frac{(2\,b + n\,h)\,h}{2} - \frac{(b + n\,h)^2}{2\,(m + n)}.$$

Thalseite:

Auftragsfläche wie vorher.

Seither haben wir nur positive Werte für h, d. h. Auftrag am Stationspunkte, untersucht. Wird nun h negativ, d. h. findet Abtrag am Stationspunkte statt, so erhalten wir die nämlichen Formeln

wie vorher; nur mit dem Unterschiede, daß Berg- und Thalseite, sowie Auf- und Abtragsfläche gegenseitig ihre Stelle vertauschen. Dies folgt unmittelbar aus einer Umdrehung der obigen Figuren.

Die Formeln lauten also wie folgt:

5. Fall: $-\mathbf{h} < \dfrac{\mathbf{b}}{\mathbf{m}}$.

Bergseite: $g = \dfrac{(2\,b + n\,h)\,h}{2} + \dfrac{(b + n\,h)^2}{2\,(m - n)}$,

Thalseite: $g = \dfrac{mh^2}{2}$.

$$f = \frac{(b - mh)^2}{2\,(m - n)}.$$

6. Fall: $-\mathbf{h} = \dfrac{\mathbf{b}}{\mathbf{m}}$.

Bergseite: wie vorher.

Thalseite: $g = \dfrac{bh}{2} = \dfrac{b^2}{2\,m} = \dfrac{mh^2}{2}$.

7. Fall: $-\mathbf{h} > \dfrac{\mathbf{b}}{\mathbf{m}}$.

Bergseite: wie vorher.

Thalseite: $g = \dfrac{(2\,b + n\,h)\,h}{2} - \dfrac{(b + n\,h)^2}{2\,(m + n)}$.

Sehen wir nun zu, wie die Formeln sich gestalten würden, wenn der Weg mit Seitengraben zu versehen wäre. Auch hier sind Berg- und Thalseite wieder zu unterscheiden.

Graben an der Bergseite.

In allen Fällen, wo an der Bergseite Abtrag stattfindet (Fall 1, 2, 5, 6 und 7) ergiebt sich dessen Querfläche aus den oben entwickelten Formeln, wenn man darin anstatt b die halbe Wegbreite mit Graben (B) einführt und alsdann die besonders berechnete Graben-Querfläche (q) zuzählt. Nennen wir die Abtragsfläche mit Graben G, so wird im

1. Fall (Fig. 30): $G = \dfrac{B^2}{2\,(m - n)} + q$.

2. Fall: $G = \dfrac{(B - m\,h)^2}{2\,(m - n)} + q$.

5. bis 7. Fall:

$$G = \frac{(2\,B + n\,h)\,h}{2} + \frac{(B + n\,h)^2}{2\,(m - n)} + q.$$

Findet dagegen nur Auftrag statt (4. Fall) und ist dessen Höhe an der Kante der Fahrbahn noch größer als die Grabentiefe (Fig. 29), so fällt der Graben weg.

Ist endlich analog dem 3. Falle $h = \frac{B}{m}$, so würde, wenn man

$$f = \frac{Bh}{2} = \frac{B^2}{2m} = \frac{mh^2}{2} \text{ und } G = q$$

setzen wollte, sowohl die Auf- als die Abtragsfläche um den Inhalt des kleinen in Fig. 31 doppelt schraffierten Dreiecks zu groß angesetzt werden.

Um genau richtig zu rechnen, müßte man die Auftragsfläche nach der Formel des 4. Falles für b und als Abtrag nur einen Teil der Grabenfläche q in Ansatz bringen.

Ebenso dann, wenn h zwar etwas größer oder kleiner als $\frac{B}{m}$, aber die Auftragshöhe an der Fahrbahnkante kleiner als die Grabentiefe ist.

Graben an der Thalseite.

Findet Auftrag statt (1. bis 4. Fall) und ist dessen Höhe an der Fahrbahnkante größer als die Grabentiefe, so fällt der Graben weg.

Liegt dagegen die ganze thalseitige Weghälfte im Abtrag (7. Fall), so lautet die Formel

$$G = \frac{(2B + nh)h}{2} - \frac{(B + nh)^2}{2(m + n)} + q.$$

Nur im 6. Fall oder in dessen Nähe, wenn nämlich die Fahrbahnkante ungefähr in die Bodenoberfläche, resp. wenig höher oder tiefer fällt, treffen die Formeln wieder nicht völlig zu. Fig. 32.

Genau genommen müßten die Auf- und Abtragsflächen nach den b-Formeln des 5. bis 7. Falles berechnet und die letzteren nur um einen Teil der Grabenfläche vergrößert werden.

Wollte man statt dessen die B-Formeln in Anwendung bringen, so käme ein thatsächlich nicht vorhandener Auftrag und etwas zu viel Abtrag in Ansatz.

Aus Vorstehendem erhellt, daß die entwickelten Formeln, also auch die danach berechneten Tafeln, in den allermeisten Fällen auch für Weganlagen mit Seitengraben ausreichen. Wie sich die Anwendung der Hilfstafeln in den beiden Ausnahmefällen praktisch gestaltet, soll unter V. gezeigt werden.

III. Berechnung der Tafelansätze.

Die vorstehend entwickelten Formeln nehmen eine für die Ausrechnung bequemere Gestalt an, wenn man die einzelnen Glieder nach den Potenzen der veränderlichen Größe h ordnet. Sie lauten dann wie folgt:

Bergseite.	Fall	Thalseite.
	1. Fall:	$\pm h = 0.$
$g = \frac{b^2}{2\,(m - n)}$		$f = \frac{b^2}{2\,(m - n)}$
	2. Fall:	$+ h < \frac{b}{m}$
$f = \frac{m\,h^2}{2}$ $g = \frac{b^2}{2\,(m-n)} - \frac{m\,b\,.\,h}{m - n} + \frac{m^2\,h^2}{2(m-n)}$		$f = \frac{b^2}{2(m-n)} + \frac{m\,b\,.\,h}{m - n} + \frac{m\,n\,.\,h^2}{2(m-n)}$
	3. Fall:	$+ h = \frac{b}{m}$
$f = \frac{m\,h^2}{2}$		wie vorher
	4. Fall:	$+ h > \frac{b}{m}$
$f = - \frac{b^2}{2\,(m+n)} + \frac{m\,b\,.\,h}{m + n} + \frac{m\,n\,.\,h^2}{2\,(m+n)}$		wie vorher
	5. Fall:	$- h < \frac{b}{m}$
$g = \frac{b^2}{2(m-n)} + \frac{m\,b\,.\,h}{m - n} + \frac{m\,n\,.\,h^2}{2\,(m-n)}$		$g = \frac{m\,h^2}{2}$ $f = \frac{b^2}{2(m-n)} - \frac{m\,b\,.\,h}{m - n} + \frac{m^2\,h^2}{2\,(m-n)}$
	6. Fall:	$- h = \frac{b}{m}$
wie vorher		$g = \frac{m\,h^2}{2}$
	7. Fall:	$- h > \frac{b}{m}.$
wie vorher		$g = - \frac{b^2}{2\,(m+n)} + \frac{m\,b\,.\,h}{m + n} + \frac{m\,n\,.\,h^2}{2\,(m+n)}$

Bei graphischer Aufzeichnung — h als Abszisse, t und g als Ordinaten — würden sich demnach Kurvenstücke zweiten Grades ergeben.

Es fragt sich nun, welche in praxi vorkommenden Zahlengrößen für die Werte b, h, m und n in die Rechnung einzuführen sind.

Nach mehrfachem Hin- und Herprobieren bin ich zu folgenden Ergebnissen gelangt, die, wie ich glaube, den Bedürfnissen der Praxis entsprechen.

1. Die Kronenbreite der Waldwege schwankt etwa zwischen 1 m (bei Fußpfaden, Schlitt- und Reitwegen) und 6 m (bei Waldstraßen); mit Einschluß zweier Seitengraben à 1 m wird also die Breite von 8 m das Maximum dessen, was häufiger vorkommt, darstellen.

Stuft man die Wegbreiten von $\frac{1}{2}$ zu $\frac{1}{2}$ m ab, so sind für b, d. i. die halbe Wegbreite event. mit Einschluß eines Seitengrabens, folgende 15 Zahlenwerte zu unterscheiden: $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, 1, $1\frac{1}{4}$, $1\frac{1}{2}$, $1\frac{3}{4}$, 2, $2\frac{1}{4}$, $2\frac{1}{2}$, $2\frac{3}{4}$, 3, $3\frac{1}{4}$, $3\frac{1}{2}$, $3\frac{3}{4}$, 4.

2. Die Auf- oder Abtragshöhe am Stationspunkt wird 1 m selten übersteigen; um aber auch Ausnahmefälle zu berücksichtigen, habe ich alle Höhen bis zu 1,5 m und zwar in Abstufungen von 5 zu 5 cm eingeführt; also die Größen:

$$h = 0, 5, 10, 15, 20 \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; 150 \text{ cm}.$$

3. Die Bodenneigung schwankt natürlich in den weitesten Grenzen; doch dürfte die große Mehrzahl aller vorkommenden Fälle getroffen sein, wenn man Steigungen bis zu 60% (d. i. 31°) zur Berechnung heranzieht; also alle diejenigen, welche nach der vom Verein Deutscher forstlicher Versuchsanstalten angenommenen Terminologie als „fast eben, sanft, lehn und steil" bezeichnet werden.

Dabei schien eine Abstufung von 10 zu 10% ausreichend; demnach waren, da $m = \frac{1}{0{,}0p}$, folgende Zahlenwerte in den Tafeln aufzuführen:

Gefällprocent	p =	0	10	20	30	40	50	60%
	m =	∞	10	5	$3\frac{1}{3}$	$2\frac{1}{2}$	2	$1\frac{2}{3}$.

4. Von den verschiedenen Böschungsmaßen ist die „einfache Böschung" bei Waldwegen, auch bei Waldeisenbahnen, am meisten im Gebrauche; außerdem kommt die $\frac{3}{4}$- und die $1\frac{1}{4}$-fache wohl noch ziemlich oft, die $\frac{1}{2}$- und die $1\frac{1}{2}$-fache schon seltener vor. Demgemäß wären die 5 Werte

$$n = 0{,}50 \quad 0{,}75 \quad 1{,}00 \quad 1{,}25 \quad 1{,}50$$

in die Tafeln aufzunehmen.

Die letzteren lassen sich nun zweckmäßig so einrichten, daß für jede vorkommende Wegbreite und jedes Böschungsmaß je eine Tafel alle Auf- oder Abtragshöhen und Steigungsgrade umfaßt, bezw. die danach berechneten Auf- und Abtragsflächen angiebt. Sonach hätte man 5 . 15 = 75 Tafeln aufstellen müssen.

Da aber hierdurch ein ganz ungebührlich großer Raum in Anspruch genommen worden wäre, auch Zeit und Geduld des Einzelnen für die Ausrechnung schwerlich ausgereicht haben würde, so habe ich mich darauf beschränkt, nur die nachfolgenden 15 Tafeln für „einfache Böschung" fertig zu stellen; für die übrigen Böschungsgrade dagegen lediglich die Grundfactoren anzugeben (Tafel XVI), da mit deren Hilfe jeder leicht sich diejenigen Ansätze ausrechnen und zusammenstellen kann, die er gerade nöthig hat.

Solcher Grundfactoren sind es je 9; nämlich für jeden Böschungsgrad und jede Bodenneigung folgende Ausdrücke:

1. $m - n$
2. $\frac{1}{2(m - n)}$
3. $\frac{m}{m - n}$
4. $\frac{m^2}{2(m - n)}$
5. $\frac{m\,n}{2(m - n)}$

für „Abtrag an der Bergseite" und „Auftrag der Thalseite",

6. $m + n$
7. $\frac{1}{2(m + n)}$
8. $\frac{m}{m + n}$
9. $\frac{m\,n}{2(m + n)}$

für „Auftrag an der Bergseite" und „Abtrag an der Thalseite".

Die Factoren Nr. 2 bis 5 und 7 bis 9 ergeben, mit b und h, resp. b^2 und h^2 multipliziert, nach Anleitung der oben zusammengestellten Formeln die Einträge der Tafeln.

Die Ausrechnung selbst gestaltet sich dabei weit einfacher, als es vielleicht auf den ersten Blick scheinen möchte.

Zunächst werden aus Nr. 4, 5 und 9 die von b unabhängigen, also für jede Wegbreite giltigen Posten

$$\frac{m^2 h^2}{2 (m - n)}, \frac{m n . h^2}{2 (m - n)}, \frac{m n . h^2}{2 (m + n)}$$

berechnet und etwa im Formular der Tafeln zusammengestellt.

Dann werden für jedes vorkommende b die von h unabhängigen Posten

$$\frac{b^2}{2 (m - n)} \text{ und } \frac{b^2}{2 (m + n)}$$

sowie die Werte $\frac{m b}{m - n}$ und $\frac{m b}{m + n}$ ausgerechnet und ebenfalls auf besonderem Blatte angeschrieben.

Alsdann beginnen die Einträge in die Tafel selbst und zwar mit der obersten Horizontalreihe (für $h = o$), in welche die soeben berechneten Ausdrücke $\frac{b^2}{2 (m - n)}$ einzuschreiben sind.

Um hierauf die Vertikalspalten unter „Abtrag an der Bergseite" auszufüllen, berechnet man sich zuerst diejenigen Auftragshöhen, für welche $g = 0$ wird; nämlich $h = \frac{b}{m}$, z. B. für $b = 3{,}5$ und $m = 5$ die Auftragshöhe 70. Alle oberhalb dieser Grenze zu machenden Einträge setzen sich aus 3 Posten zusammen, von denen zwei $\left(\frac{b^2}{2 (m - n)}\right.$ und $\left.\frac{m^2 h^2}{2 (m - n)}\right)$ schon berechnet sind, also nur der dritte $\frac{mb . h}{m - n}$ für jedes h besonders auszurechnen ist.

Unter „Auftrag an der Bergseite" wird sodann die erste Vertikalspalte (für $p = 0$) besonders nach der Formel

$$\frac{(2 b + nh) h}{2} \text{ oder } bh + \frac{nh^2}{2}$$

ausgefüllt; ebenso die erste Vertikalspalte unter „Auftrag an der Thalseite", da beide bei ebenem Boden selbstverständlich gleich sind. Für die übrigen Spalten unter „Auftrag an die Bergseite" kommen zwei verschiedene Formeln in Anwendung; nämlich bis zum Grenzwerte $h = \frac{b}{m}$ die Formel

$$f = \frac{mh^2}{2},$$

weiterhin die Formel des 4. Falles, wobei analog den obigen Ansätzen zu zwei schon bekannten Posten je ein für sich zu berechnender dritter

hinzukommt. Hier wie vorhin darf nicht übersehen werden, daß je einer der Posten negativ ist.

Endlich setzen sich in ähnlicher Weise alle Einträge der 6 letzten Spalten unter „Auftrag an der Thalseite" aus je 3, sämtlich positiven, Posten zusammen.

Wie ich mich bei der eigenen Arbeit überzeugt habe, kann ein gewandter Rechner mit Hilfe der bekannten Crelle'schen Multiplikations-Tafeln sämtliche Operationen, die zur Ausfüllung eines Formulars erforderlich sind, in etwa 4 Stunden zu Stande bringen. Für die meisten Zwecke der Praxis wird es aber genügen, die Auftragshöhen mit etwa 1 m und die Bodenneigungen mit 30 oder 40% abzuschließen, wodurch sich der Zeitaufwand fast bis zur Hälfte vermindern läßt.

Daß die Tafelansätze ebenso für „Abtrag" als für „Auftrag am Stationspunkte" gelten, soll hier unter Hinweis auf das unter II Gesagte nur nochmals betont werden. In jenem Falle hat man also nur anstatt des Kopfes den Fuß der Tabelle in's Auge zu fassen.

IV. Genauigkeitsgrad.

Durch langjährige praktische Übung bin ich zu der Ansicht gelangt, daß bei Waldwegbauten die Berechnung der Auf- und Abtragsflächen für jeden Stationspunkt in Quadratmetern mit einer Decimalstelle völlig genügt.

Bei einem gegenseitigen Abstand der Stationen von je 20 Meter ergeben sich alsdann die Auf- und Abtragsmassen abgerundet auf ganze Kubikmeter. Vgl. Aufg. 68.

Bruchteile von Kubikmetern zu berechnen halte ich für zwecklos, da wir es ja niemals mit regelmäßigen Körperformen zu thun haben und überdies (vgl. § 50) der gebräuchliche Rechnungsmodus kein mathematisch genauer ist.

Will man aber die Auf- und Abtragsflächen, welche in die Tafeln eingetragen werden, auf eine Decimalstelle richtig abrunden, so müssen dieselben von vorn herein auf mindestens 2 (resp. 3) Decimalstellen genau berechnet werden. Dies ist geschehen; zum Drucke wurden dann aber die Ansätze entsprechend gekürzt.

Dies bietet zugleich den Vorteil, daß alle Interpolations-Rechnungen leicht im Kopfe ausgeführt werden können.

V. Anwendung der Tafeln.

Wird der Weg ohne Seitengraben angelegt, so bietet die Anwendung der Tafeln keinerlei Schwierigkeit, wie folgende Beispiele erkennen lassen.

1. Beispiel:

An den ebenen Stationen a b c sind Auf- resp. Abtragshöhen von + 42 + 72 — 97 cm vorgesehen. Wegbreite = 5 m. Böschungsmaß = 1. Wie groß sind die Auf- und Abtragsflächen?

Antwort: Da p = 0, sind die Flächen beiderseits gleich groß und zwar nach Tafel IX:

ad a: unter Abrundung der Auftragshöhe auf den nächsten durch 5 teilbaren Betrag, nämlich 40 cm, beiderseits = 1,1 qm, zusammen 2,2 — oder genauer = 2,3 qm Auftrag.

ad b: als Mittel zwischen den Einträgen bei 70 und 75 cm Höhe beiderseits = 2,1 qm, zusammen = 4,2 qm Auftrag.

ad c: ebenso beiderseits = 2,9 qm, zusammen = 5,8 qm Abtrag.

2. Beispiel:

Gefäll an der Bergseite = 20%, an der Thalseite = 24%. Auftragshöhe = 11 cm. Wegbreite = 4,5 m.

Tafel VIII: Abtrag an der Bergseite = 0,4 qm. Auftrag das. = 0,0 qm. Auftrag an der Thalseite bei 20% = 0,9, bei 30% = 1,4, also bei 24% = 0,9 + 0,4 . 0,5 = 1,1 qm.

3. Beispiel:

Gefäll an der Bergseite = 36%, an der Thalseite = 44%. Abtragshöhe = 52 cm. Wegbreite = 4 m.

Tafel VII: Auftrag an der Thalseite = 0,15 + 0,4 . 0,3 = 0,27 oder rund = 0,3 qm. Abtrag an der Thalseite = 0,35 — 0,4 . 0,1 = 0,31 oder rund = 0,3 qm. Abtrag an der Bergseite = 2,55 + 0,6 . 0,7 = 2,97 oder rund = 3,0 qm.

Gegen die hier angewandte rechnerische Interpolation nach gleichen Differenzen für die einzelnen Stufen der Bodenneigung läßt sich mit Recht einwenden, daß sie nicht genau richtig sei, weil wir es thatsächlich nicht mit gleichen, sondern mit steigenden oder fallenden Differenzen — bei graphischer Darstellung nicht mit geraden Linien, sondern mit Kurven vom zweiten Grade — zu thun haben.

Aber wie ein Blick auf die Tafeln lehrt, kann der hierdurch veranlaßte Fehler nur dann praktische Bedeutung erlangen, wenn starke

Bodenneigungen und große Auf- oder Abtragshöhen zusammentreffen. Dieser Fall wird jedoch bei Waldwegbauten selten oder nie eintreten; denn tiefe Einschnitte oder hohe Dämme kommen bei Gebirgswegen gewöhnlich nur in den Kurven vor, die man bekanntlich stets auf Stellen von geringer Bodenneigung zu verlegen sucht. Vgl. Aufg. 31. Und im Flachhügellande, wo die Durchführung eines Schneißensystems mitunter beträchtliche Auf- oder Abtragshöhen erfordert, ist ebenfalls die Bodenneigung meist nur eine mäßige. Anderen Falles wird es in der Regel ratsam sein, die gerade Schneißenlinie streckenweise zu verlassen und dafür Weglinien mit gleichmäßigem Gefälle einzuschalten, wobei dann wiederum keine oder nur geringe Auf- und Abtragshöhen vorkommen. Vgl. § 30.

Sollte jedoch unter gewissen örtlichen Umständen eine größere Genauigkeit erwünscht sein, so kann diese ohne Schwierigkeit dadurch erreicht werden, daß man in den Tafeln engere Stufen für die Bodenneigung — etwa 5, 10, 15, 20 . . . % — einführt und hierfür die Auf- und Abtragsflächen berechnet.

Es erübrigt nun noch die Anwendung der Tafeln bei Weganlagen mit Seitengraben in den am Schlusse des II. Abschnitts erwähnten besonderen Fällen zu besprechen. Wir behandeln dabei wieder wie dort beide Wegseiten getrennt.

Graben an der Bergseite.

Wie a. a. O. ausgeführt wurde, kommt, wenn $+ h = \frac{B}{m}$ oder wenig größer oder kleiner ist, streng genommen nur ein Teil der Grabenfläche in Ansatz. Vgl. Fig. 31. Diesen Teil jedesmal besonders zu berechnen, geht nicht an. Da aber der ganze Graben-Querschnitt (vgl. Aufg. 65) gewöhnlich nicht mehr als etwa 0,2 qm beträgt, so wird man keinen erheblichen Fehler begehen, wenn man überall da, wo mehr als die halbe Grabenfläche wirklich abzutragen ist, diese voll in Ansatz bringt, wenn dagegen Teilflächen von weniger als der Hälfte ganz vernachlässigt werden.

Von diesem Grundsatz ausgehend haben wir folgende Fälle zu unterscheiden:

a) Ist $h < \frac{B}{m}$ (Fig. 33), so haben wir schon nach der Tafel „Abtrag an der Bergseite", dem ohne Bedenken der volle Graben-

querschnitt aufgerechnet werden kann. Bringt man alsdann auch den „Auftrag" nach der B-Tafel in Ansatz, so werden beide Flächen ein wenig zu groß angenommen; beide Fehler kompensieren sich gegenseitig.

b) Ist dagegen $h \geqq \frac{B}{m}$, so giebt die Tafel für B keinen „Abtrag" an und der „Auftrag" kann richtig nur der Tafel für b entnommen werden. Bezeichnen wir die obere Grabenbreite mit b', die Grabentiefe mit t und den Prozentsatz der Bodenneigung mit p, so ist, wie aus Figur 34 unmittelbar hervorgeht, jedenfalls weniger als der halbe Grabenquerschnitt abzutragen, wenn

$$h - \left(b + \frac{b'}{2}\right) 0{,}0p \geqq \frac{t}{2} \text{ oder}$$

$$h \geqq \left(b + \frac{b'}{2}\right) 0{,}0p + \frac{t}{2}\,.$$

Wir werden also die Grenze für h, von welcher ab eine Grabenfläche überhaupt nicht mehr angesetzt wird, in dem Werte

$$h = b\,.\,0{,}0p + \frac{t}{2}\text{*)}$$

annehmen dürfen.

Hiernach ergiebt sich folgende einfache Regel für den Gebrauch der Tafeln.

Wenn ein Graben an der Bergseite vorgesehen ist, so nimmt man zunächst die B-Tafel zur Hand und sieht nach, ob dieselbe einen „Abtrag an der Bergseite" angiebt. Dies ist stets der Fall, wenn h negativ oder = 0; mitunter auch, je nach der Bodenneigung, bei positivem h. In allen diesen Fällen kommt für die Bergseite sowohl die Abtrags- als die Auftragsfläche nach der B-Tafel in Ansatz und der ersteren wird der Grabenquerschnitt noch besonders zugerechnet.

Zeigt dagegen die B-Tafel keinen „Abtrag an der Bergseite" an, so ist als solcher nur dann der Grabenquerschnitt anzusetzen, wenn

---

*) Daß für diesen Grenzwert selbst die Grabenfläche auch noch zu vernachlässigen ist, ergiebt sich alsbald, wenn wir p = o setzen. Ist dann $h = \frac{t}{2}$, so erreicht die wirklich abzutragende Fläche den halben Grabenquerschnitt noch nicht.

$$h < b \,.\, 0{,}0p + \frac{t}{2},$$

und die bergseitige Auftragsfläche ist der b-Tafel zu entnehmen.

1. Beispiel:

Gefäll an der Bergseite = 24%. Abtragshöhe = 18 cm. Fahrbahnbreite = 5 m, Grabenbreite = 1 m, „Tiefe“ = 40 cm, „Sohle“ = 20 cm.

Tafel XIII: Abtrag an der Bergseite = 2,3 + 0,4 . 1,3 = 2,82 qm; dazu der Grabenquerschnitt mit 0,24, zusammen 3,06 oder rund = 3,1 qm.

2. Beispiel:

Findet an derselben Stelle ein Auftrag von 18 cm statt, so ergiebt Tafel XIII:

Abtrag an der Bergseite 0,85 + 0,4 . 0,95 =	1,23 qm
Grabenquerschnitt =	0,24 „
zusammen =	1,5 qm.
Auftrag an der Bergseite = 0,1 — 0,4 . 0,05 =	0,1 qm.

3. Beispiel:

Beträgt dagegen die Auftragshöhe 79 cm, d. i. eben noch weniger als $b \,.\, 0{,}0p + \frac{t}{2}$ (= 2,5 . 0,24 + 0,20 = 0,80 m), so kommt als Abtrag nur der Grabenquerschnitt in Ansatz, als Auftrag nach Tafel IX : 1,4 — 0,4 . 0,3 = 1,3 qm.

Bei noch größerer Auftragshöhe endlich fällt der Graben weg.

Graben an der Thalseite.

Für diesen Fall ergiebt eine der vorigen analoge Betrachtung folgende Regeln:

Ist h negativ (Abtrag am Stationspunkte) und zeigt die B-Tafel nur „Abtrag an der Thalseite (keinen Auftrag) an, so kommt jener nebst dem Grabenquerschnitt in Ansatz.

Wenn dagegen die B-Tafel auch „Auftrag an der Thalseite“ anzeigt (Fig. 35), so kommt gleichwohl nicht dieser, sondern eventuell nur derjenige der b-Tafel in Ansatz und auch die Abtragsfläche ist der letzteren zu entnehmen. Dazu kommt nach Figur 35 noch ein Teil des Grabenquerschnitts; dieser wird aber stets weniger als die Hälfte betragen, wenn

$$\left(b + \frac{b'}{2}\right) 0{,}0p - h \overset{=}{>} \frac{t}{2} \text{ oder}$$

$$h \overset{=}{<} \left(b + \frac{b'}{2}\right) 0{,}0p - \frac{t}{2}.$$

Wir können mithin als Grenze, bis zu welcher die Grabenfläche zu vernachlässigen ist, den Wert

$$h = B \,.\, 0{,}0p - \frac{t}{2}$$

annehmen; erst wenn h diesen Wert übersteigt, ist der Grabenquerschnitt dem der b-Tafel entnommenen Abtrag zuzurechnen.

Es kann endlich (Fig. 36) bei sehr schwacher Bodenneigung auch der Fall eintreten, daß sogar bei positivem h (Auftrag am Stationspunkte) ein Teil des Grabenquerschnitts wirklich abzutragen ist.

Dieser wird aber wiederum stets weniger als die Hälfte ausmachen, sobald

$$h + \left(b + \frac{b'}{2}\right) 0{,}0p \overset{=}{>} \frac{t}{2} \text{ oder}$$

$$h \overset{=}{>} \frac{t}{2} - \left(b + \frac{b'}{2}\right) 0{,}0p.$$

Als Abtrag wird demnach der Grabenquerschnitt nur dann in Ansatz zu kommen haben, wenn

$$h < \frac{t}{2} - B \,.\, 0{,}0p$$

Bei den letzten Entwickelungen ist nur der absolute Wert der Auf- oder Abtragshöhe h berücksichtigt worden. Zieht man auch das Vorzeichen in Betracht, so läßt sich die Vorschrift kurz so fassen:

Der Grabenquerschnitt kommt an der Thalseite nur dann als Abtrag in Ansatz, wenn

$$\frac{t}{2} - h > B \,.\, 0{,}0p. \text{*)}$$

wobei zu beachten, ob h positiv oder negativ ist.

Im übrigen wird die Abtragsfläche nur dann der B-Tafel entnommen, wenn diese keinen „Auftrag an der Thalseite“ angiebt. Anderenfalls ist die b-Tafel sowohl für Auf- als für Abtragsflächen zu benützen.

---

*) Vgl. die Anmerkung auf Seite 113.

1. Beispiel.

Bodenneigung an der Thalseite = 3%. Fahrbahnbreite und Grabendimensionen wie vorhin. Auftragshöhe = 5 cm.

Tafel IX: Auftrag an der Thalseite = 0,1 + 0,3 . 0,4 = 0,2 qm. Als Abtrag an der Thalseite kommt der Grabenquerschnitt in Ansatz, denn

$$20 - 5 > 3{,}5 \,.\, 0{,}03.$$

2. Beispiel.

Bodenneigung an der Thalseite = 15%; Fahrbahnbreite und Grabendimensionen wie vorher. Abtragshöhe = 10 cm.

Tafel IX: Auftrag an der Thalseite = 0,3 qm. Abtrag daselbst = 0,0 qm. Die Grabenfläche wird vernachlässigt, denn

$$20 + 10 < 3{,}5 \,.\, 0{,}15.$$

3. Beispiel.

Abtragshöhe = 35 cm. Sonst wie Nr. 2.

Tafel IX: Auftrag an der Thalseite = 0,05 qm, also zu vernachlässigen. Abtrag daselbst = 0,45 qm, dazu der Grabenquerschnitt, denn

$$20 + 35 > 3{,}5 \,.\, 0{,}15.$$

4. Beispiel.

Abtragshöhe = 60 cm. Sonst wie Nr. 2.

Tafel XIII: Kein Auftrag an der Thalseite. Abtrag daselbst = 1,2 qm, dazu der Grabenquerschnitt.

In vielen Fällen wird, namentlich bei Hangwegen, überhaupt nur ein Seitengraben und zwar an der Bergseite angelegt. Schließt sich hierbei, wie gewöhnlich, die Wegmittellinie der Bodenoberfläche an, so würde sich bei gleichmäßiger Bodenneigung jedesmal ein Abtrags-Überschuß ergeben, wenn man an der Bergseite die halbe Fahrbahnbreite mit Graben, an der Thalseite die halbe Fahrbahnbreite ohne Graben anlegen wollte. Es empfiehlt sich daher in diesem Falle (vgl. Aufg. 74), den Stationspunkt als Mitte der gesamten Wegbreite incl. Graben anzusehen oder die Wegmittellinie sogar noch weiter seitwärts zu verlegen. Vgl. §. 53.

Auch für diese Fälle finden die Hilfstafeln Anwendung, indem man für Bergseite einer- und Thalseite andererseits diejenigen Tafeln aufsucht, welche das jeweilig anzusetzende b resp. B aufweisen.

Wäre z. B. ein Weg von 4,5 m Kronenbreite mit bergseitigem, 1 m breitem Graben projektiert, so käme Tafel X für beide Wegseiten in Anwendung. Sollte dagegen der Graben nur eine Breite von 75 cm erhalten, so könnte unter Umständen — bei etwa 20% Bodenneigung — eine Ausgleichung dadurch bewirkt werden, daß

für die Bergseite B = 2,50 m,
„ „ Thalseite b = 2,75 „

angenommen würde, also die Tafeln IX und X nebeneinander benutzt würden.

In welchen Fällen derartige Kombinationen zulässig sind, kann aus den Tafeln selbst entnommen werden.

Beispiel:

Würde man im Falle der Aufg. 74 den Stationspunkt in die Mitte der Fahrbahn verlegen, so wäre nach Tafel XII:

Abtrag an der Bergseite = 2,3 + 0,6 . 1,3 . . . = 3,1 qm,
dazu der Grabenquerschnitt . . . . = 0,2 „
zusammen = 3,3 qm,

dagegen nach Tafel VIII:

Auftrag an der Thalseite = 1,1 + 0,6 . 0,6 = 1,5 qm, mithin an jedem Stationspunkt ein Abtrags-Überschuß von 1,8 qm.

Dieser läßt sich auf die Fläche des Grabenquerschnitts reduzieren, wenn wir den Stationspunkt als Mitte der Wegkrone incl. Graben auffassen, bezw. die ganze Anlage um 50 cm seitlich (thalwärts) verschieben. Dann ergiebt sich nach Tafel X:

Abtrag an der Bergseite = 1,6 + 0,6 . 0,9 . . . = 2,1 qm,
dazu der Grabenquerschnitt . . . . = 0,2 „
zusammen = 2,3 qm.
Auftrag an der Thalseite = 1,6 + 0,6 . 0,9 . . = 2,1 qm.

Wollte man aber noch um weitere 25 cm seitwärts rücken, so wäre nach Tafel IX:

Abtrag an der Bergseite = 1,3 + 0,6 . 0,8 . . = 1,8 qm,
dazu der Grabenquerschnitt . . . . = 0.2 „
zusammen = 2,0 qm,

dagegen nach Tafel XI:

Auftrag an der Thalseite = 1,9 + 0,6 . 1,1 . . = 2,6 qm
also ein Fehlbetrag von 0,6 qm.

Hieraus folgt, ebenso wie aus der genaueren Berechnung unter Aufg. 74, daß die zweite Kombination die zweckmäßigste ist, bezw. daß

behufs völliger Ausgleichung von Auftrag und Abtrag die Wegfläche nur noch um einige cm weiter thalwärts zu rücken wäre.

Nach vorstehenden Erläuterungen wird die Anwendung der Tafeln keine Schwierigkeit mehr bieten. Dieselbe erfordert nur einige Übung und Einprägung der gegebenen Regeln.

Den bereits vorhandenen Hilfstafeln von C. Heyer und F. Grundner gegenüber glaube ich den meinigen einige nicht unwesentliche Vorzüge zuschreiben zu dürfen.

Dieselben stehen den Heyer'schen Tafeln insofern nahe, als diese ebenfalls nur vorherige Bestimmung der Auf- und Abtragshöhe und der beiderseitigen Bodenneigung erfordern. Während aber Heyer nur eine Wegbreite (von 5 m) und beiderseitige Graben unterstellt, sind meine Tafeln bei geringerem Umfang — freilich auch geringerer Genauigkeit — für 15 verschiedene Wegbreiten, mit und ohne Graben, verwendbar. Ferner machen es die in Tafel XVI zusammengestellten Grundfaktoren jedem leicht möglich, für etwaige abweichende Wegbreiten und Böschungsmaße weitere Hilfstafeln derselben Art zu berechnen.

Mit den Grundner'schen Tafeln stimmen die meinigen nur insofern überein, als auch jene den Graben von vornherein ausschließen, bezw. besonders aufrechnen lassen. Dagegen setzt Grundner beiderseits gleichmäßiges Gefäll oder einmalige Brechung desselben in einem von vorn herein gar nicht zu bestimmenden Punkte voraus, während meine Tafeln jede beliebige Kombination der beiderseitigen Bodenneigungen (vom Stationspunkt aus) umfassen. Endlich erfordern die letzteren bei der Anwendung weniger und nur ganz einfache, leicht im Kopf auszuführende, Rechnungen. Hinsichtlich der Genauigkeit stehen sie allerdings auch hinter den Tafeln Grundners zurück, was aber nach Abschnitt IV und V kaum als ernstlicher Mangel anzusehen sein dürfte.

Übrigens ließe sich selbstverständlich auch die Genauigkeit meiner Tafeln beliebig erhöhen, indem man etwa, wie schon früher angedeutet, die Bodenneigungen von 5 zu 5%, die Auf- und Abtragshöhen von 2 zu 2 cm abstufen und die Querflächen in qm mit 2 Decimalstellen angeben würde. Hiermit würde dann freilich sowohl der Umfang der Tafeln als auch der zu ihrer Herstellung erforderliche Arbeitsaufwand sehr erheblich wachsen; solche genauere Tafeln könnten nur in den Bureaus der Staatsforstverwaltungen ausgearbeitet werden. Dem Umfang und Zweck dieses Buches würden sie nicht entsprochen haben.

Hilfstafeln

zur Ermittelung der Querflächen des Auf- und Abtrags bei Waldwegen.

Tafel

Halbe Wegbreite b = 0,50 m.

Querflächen des Auf-

Auf-trags-höhe cm	Abtrag an der Bergseite bei						Auftrag an der			
	10	20	30	40	50	60	0	10	20	30
	% Bodenneigung						% Boden-			
0	.	.	.	0,1	0,1	0,2	.	.	.	.
5	.	.	.	.	0,1	0,1	.	.	.	.
10	.	.	.	.	.	0,1	0,1	.	.	.
15	.	.	.	.	.	.	0,1	0,1	0,1	.
20	.	.	.	.	.	.	0,1	0,1	0,1	0,1
25	.	.	.	.	.	.	0,2	0,1	0,1	0,1
30	.	.	.	.	.	.	0,2	0,2	0,1	0,1
35	.	.	.	.	.	.	0,2	0,2	0,2	0,2
40	.	.	.	.	.	.	0,3	0,2	0,2	0,2
45	.	.	.	.	.	.	0,3	0,3	0,2	0,2
50	.	.	.	.	.	.	0,4	0,3	0,3	0,3
55	.	.	.	.	.	.	0,4	0,4	0,3	0,3
60	.	.	.	.	.	.	0,5	0,4	0,4	0,3
65	.	.	.	.	.	.	0,5	0,5	0,4	0,4
70	.	.	.	.	.	.	0,6	0,5	0,5	0,4
75	.	.	.	.	.	.	0,7	0,6	0,5	0,5
80	.	.	.	.	.	.	0,7	0,6	0,6	0,5
85	.	.	.	.	.	.	0,8	0,7	0,6	0,6
90	.	.	.	.	.	.	0,9	0,8	0,7	0,6
95	.	.	.	.	.	.	0,9	0,8	0,7	0,7
100	.	.	.	.	.	.	1,0	0,9	0,8	0,7
105	.	.	.	.	.	.	1,1	1,0	0,9	0,8
110	.	.	.	.	.	.	1,2	1,0	0,9	0,9
115	.	.	.	.	.	.	1,2	1,1	1,0	0,9
120	.	.	.	.	.	.	1,3	1,2	1,1	1,0
125	.	.	.	.	.	.	1,4	1,3	1,2	1,1
130	.	.	.	.	.	.	1,5	1,3	1,2	1,1
135	.	.	.	.	.	.	1,6	1,4	1,3	1,2
140	.	.	.	.	.	.	1,7	1,5	1,4	1,3
145	.	.	.	.	.	.	1,8	1,6	1,5	1,3
150	.	.	.	.	.	.	1,9	1,7	1,5	1,4
cm Ab-trags-höhe	10	20	30	40	50	60	0	10	20	30
	% Bodenneigung						% Boden-			
	Auftrag an der Thalseite						Abtrag an der			

I.

Böschungsmaß n = 1,00.

und Abtrags in qm.

Bergseite bei			Auftrag an der Thalseite bei							Auftragshöhe cm
40	**50**	**60**	**0**	**10**	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**	
neigung			% Bodenneigung							
.	.	.	.	.	.	.	0,1	0,1	0,2	**0**
.	.	.	.	.	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	**5**
.	.	.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	**10**
.	.	.	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	**15**
.	.	.	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	**20**
0,1	0,1	.	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,6	**25**
0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,7	**30**
0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	**35**
0,2	0,1	0,1	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,7	0,9	**40**
0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	**45**
0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,1	**50**
0,3	0,2	0,2	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,3	**55**
0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,6	0,7	0,9	1,1	1,4	**60**
0,3	0,3	0,3	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,5	**65**
0,4	0,4	0,3	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,3	1,7	**70**
0,4	0,4	0,4	0,7	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,8	**75**
0,5	0,4	0,4	0,7	0,8	0,9	1,1	1,3	1,6	2,0	**80**
0,5	0,5	0,4	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,7	2,1	**85**
0,6	0,5	0,5	0,9	1,0	1,1	1,3	1,5	1,8	2,3	**90**
0,6	0,6	0,5	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0	2,5	**95**
0,7	0,6	0,6	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	2,1	2,7	**100**
0,7	0,7	0,6	1,1	1,2	1,4	1,6	1,9	2,3	2,9	**105**
0,8	0,7	0,7	1,2	1,3	1,5	1,7	2,0	2,4	3,1	**110**
0,8	0,8	0,7	1,2	1,4	1,6	1,8	2,1	2,6	3,3	**115**
0,9	0,8	0,8	1,3	1,5	1,7	1,9	2,3	2,8	3,5	**120**
1,0	0,9	0,8	1,4	1,6	1,8	2,1	2,4	2,9	3,7	**125**
1,0	1,0	0,9	1,5	1,7	1,9	2,2	2,6	3,1	3,9	**130**
1,1	1,0	0,9	1,6	1,8	2,0	2,3	2,7	3,3	4,2	**135**
1,2	1,1	0,1	1,7	1,9	2,1	2,5	2,9	3,5	4,4	**140**
1,2	1,1	1,1	1,8	2,0	2,2	2,6	3,0	3,7	4,6	**145**
1,3	1,2	1,1	1,9	2,1	2,4	2,7	3,2	3,9	4,9	**150**
40	**50**	**60**	**0**	**10**	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**	cm
neigung			% Bodenneigung							Abtragshöhe
Thalseite			Abtrag an der Bergseite							

Tafel

Halbe Wegbreite b = 0,75 m.

Querflächen des Auf-

Auftrags-höhe cm	Abtrag an der Bergseite bei						Auftrag an der			
	10	20	30	40	50	60	0	10	20	30
	% Bodenneigung						% Boden-			
0	.	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	.	.	.	.
5	.	.	0,1	0,1	0,2	0,3	.	.	.	.
10	.	.	.	0,1	0,2	0,3	0,1	.	.	.
15	.	.	.	.	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	.
20	.	.	.	.	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
25	.	.	.	.	.	0.1	0,2	0,2	0,1	0,1
30	.	.	.	.	.	.	0,3	0,2	0,2	0,1
35	.	.	.	.	.	.	0,3	0,3	0,2	0,2
40	.	.	.	.	.	.	0,4	0,3	0,3	0,2
45	.	.	.	.	.	.	0,4	0,4	0,3	0,3
50	.	.	.	.	.	.	0,5	0,4	0,4	0,3
55	.	.	.	.	.	.	0,6	0,5	0,4	0,4
60	.	.	.	.	.	.	0,6	0,5	0,5	0,4
65	.		.	.	.	.	0,7	0,6	0,5	0,5
70	.	.	.	.	.	.	0,8	0,7	0,6	0,5
75	.	.	.	.	.	.	0.8	0,7	0,6	0,6
80	.	.	.	.	.	.	0,9	0,8	0,7	0.6
85	.	.	.	.	.	.	1,0	0,9	0,8	0,7
90	.	.	.	.	.	.	1,1	1,0	0,9	0,8
95	.	.	.	.	.	.	1,2	1,0	0,9	0,8
100	.	.	.	.	.	.	1,2	1,1	1,0	0,9
105	.	.	.	.	.	.	1,3	1,2	1,1	1,0
110	.	.	.	.	.	.	1,4	1,3	1,1	1,0
115	.	.	.	.	.	.	1,5	1,4	1,2	1,1
120	.	.	.	.	.	.	1,6	1,4	1,3	1,2
125	.	.	.	.	.	.	1,7	1,5	1,4	1,3
130	.	.	.		.	.	1,8	1,6	1,5	1,3
135	.	.	.	.	.	.	1,9	1,7	1,6	1,4
140	.	.	.	.	.	.	2,0	1,8	1,6	1,5
145	.	.	.	.	.	.	2,1	1,9	1,7	1,6
150	.	.	.	.	.	.	2,2	2,0	1,8	1,7
cm Ab-trags-höhe	10	20	30	40	50	60	0	10	20	30
	% Bodenneigung						% Boden-			
	Auftrag an der Thalseite						Abtrag an der			

II.

Böschungsmaß n = 1,00.

und Abtrags in qm.

Bergseite bei 40	50	60	Auftrag an der Thalseite bei 0	10	20	30	40	50	60	Auftragshöhe
neigung			% Bodenneigung							cm
.	.	.	.	.	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	**0**
.	.	.	.	0,1	0,1	0,2	0,2	0,4	0,5	**5**
.	.	.	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,6	**10**
.	.	.	0,1	0.2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	**15**
.	.	.	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	**20**
0,1	0,1	.	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,7	1,0	**25**
0,1	0,1	0,1	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,1	**30**
0,1	0,1	0,1	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,2	**35**
0,2	0.2	0,1	0,4	0,5	0,5	0,7	0,8	1,0	1,4	**40**
0,2	0,2	0,2	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,2	1,5	**45**
0,3	0,2	0,2	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,3	1,7	**50**
0,3	0,3	0,2	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,4	1.8	**55**
0,4	0,3	0,3	0,6	0,7	0,9	1,0	1,2	1,5	2,0	**60**
0,4	0,4	0,3	0,7	0,8	0,9	1,1	1,3	1,7	2,2	**65**
0,5	0,4	0,4	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5	1,8	2,3	**70**
0,5	0,5	0,4	0,8	1,0	1,1	1,3	1,6	2,0	2,5	**75**
0,6	0,5	0,5	0,9	1,1	1,2	1,4	1,7	2,1	2,7	**80**
0,6	0,6	0,5	1,0	1,1	1,3	1,5	1,8	2,3	2,9	**85**
0,7	0,6	0,6	1,1	1,2	1,4	1,7	2,0	2,4	3,1	**90**
0,7	0,7	0,6	1,2	1,3	1,5	1,8	2,1	2,6	3,3	**95**
0,8	0,7	0,7	1,2	1,4	1,6	1,9	2,3	2,8	3,5	**100**
0,9	0,8	0,7	1,3	1,5	1,7	2,0	2,4	3,0	3,8	**105**
0,9	0,9	0,8	1,4	1,6	1,9	2,2	2,6	3,1	4,0	**110**
1,0	0,9	0,8	1,5	1,7	2,0	2,3	2,7	3,3	4,2	**115**
1,1	1,0	0,9	1,6	1,8	2,1	2,4	2,9	3,5	4,5	**120**
1,1	1,0	1,0	1,7	1,9	2,2	2,6	3,0	3,7	4,7	**125**
1,2	1,1	1,0	1,8	2,1	2,3	2,7	3,2	3,9	5,0	**130**
1,3	1,2	1,1	1,9	2,2	2,5	2,9	3,4	4,1	5,2	**135**
1,4	1,3	1,2	2,0	2,3	2,6	3,0	3,6	4,3	5,5	**140**
1,4	1,3	1,2	2,1	2,4	2,7	3,2	3,7	4,6	5,8	**145**
1,5	1,4	1,3	2,2	2,5	2,9	3,3	3,9	4,8	6,0	**150**
40	**50**	**60**	**0**	**10**	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**	cm
neigung			% Bodenneigung							Abtragshöhe
Thalseite			Abtrag an der Bergseite							

Tafel

Halbe Wegbreite b = 1,00 m.

Querflächen des Auf-

Auftragshöhe cm	Abtrag an der Bergseite bei						Auftrag an der			
	10	20	30	40	50	60	0	10	20	30
	% Bodenneigung						% Boden-			
0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	.	.	.	.
5	.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	.	.	.	.
10	.	.	0,1	0,2	0,3	0,5	0,1	.	.	.
15	.	.	0,1	0,1	0,2	0,4	0,2	0,1	0,1	.
20	.	.	.	0,1	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1
25	.	.	.	.	0,1	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1
30	.	.	.	.	0,1	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2
35	.	.	.	.	.	0,1	0,4	0,3	0,3	0,2
40	.	.	.	.	.	0,1	0,5	0,4	0,3	0,2
45	.	.	.	.	.	.	0,5	0,5	0,4	0,3
50	.	.	.	.	.	.	0,6	0,5	0,4	0,4
55	.	.	.	.	.	.	0,7	0,6	0,5	0,4
60	.	.	.	.	.	.	0,8	0,7	0,6	0,5
65	.	.	.	.	.	.	0,9	0,7	0,6	0,5
70	.	.	.	.	.	.	0,9	0,8	0,7	0,6
75	.	.	.	.	.	.	1,0	0,9	0,8	0,7
80	.	.	.	.	.	.	1,1	1,0	0,8	0,7
85	.	.	.	.	.	.	1,2	1,1	0,9	0,8
90	.	.	.	.	.	.	1,3	1,1	1,0	0,9
95	.	.	.	.	.	.	1,4	1,2	1,1	1,0
100	.	.	.	.	.	.	1,5	1,3	1,2	1,0
105	.	.	.	.	.	.	1,6	1,4	1,2	1,1
110	.	.	.	.	.	.	1,7	1,5	1,3	1,2
115	.	.	.	.	.	.	1,8	1,6	1,4	1,3
120	.	.	.	.	.	.	1,9	1,7	1,5	1,4
125	.	.	.	.	.	.	2,0	1,8	1,6	1,4
130	.	.	.	.	.	.	2,1	1,9	1,7	1,5
135	.	.	.	.	.	.	2,3	2,0	1,8	1,6
140	.	.	.	.	.	.	2,4	2,1	1,9	1,7
145	.	.	.	.	.	.	2,5	2,2	2,0	1,8
150	.	.	.	.	.	.	2,6	2,3	2,1	1,9
cm Abtragshöhe	10	20	30	40	50	60	0	10	20	30
	% Bodenneigung						% Boden-			
	Auftrag an der Thalseite						Abtrag an der			

III.

Böschungsmaß n = 1,00.

und Abtrags in qm.

Bergseite bei			Auftrag an der Thalseite bei							Auftragshöhe cm
40	50	60	0	10	20	30	40	50	60	
neigung			% Bodenneigung							
.	.	.	.	0,1	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	**0**
.	.	.	.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,9	**5**
.	.	.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	1,0	**10**
.	.	.	0,2	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,2	**15**
.	.	.	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	1,3	**20**
0,1	0,1	.	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,1	1,5	**25**
0,1	0,1	0,1	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,2	1,6	**30**
0,2	0,1	0,1	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,3	1,8	**35**
0,2	0,2	0,1	0,5	0,6	0,7	0,9	1,1	1,5	1,9	**40**
0,2	0,2	0,2	0,5	0,7	0,8	1,0	1,2	1,6	2,1	**45**
0,3	0,2	0,2	0,6	0,8	0,9	1,1	1,4	1,7	2,3	**50**
0,4	0,3	0,3	0,7	0,8	1,0	1,2	1,5	1,9	2,5	**55**
0,4	0,4	0,3	0,8	0,9	1,1	1,3	1,6	2,1	2,7	**60**
0,5	0,4	0,3	0,9	1,0	1,2	1,4	1,8	2,2	2,9	**65**
0,5	0,5	0,4	0,9	1,1	1,3	1,6	1,9	2,4	3,1	**70**
0,6	0,5	0,5	1,0	1,2	1,4	1,7	2,1	2,6	3,3	**75**
0,7	0,6	0,5	1,1	1,3	1,5	1,8	2,2	2,7	3,5	**80**
0,7	0,6	0,6	1,2	1,4	1,6	1,9	2,4	2,9	3,8	**85**
0,8	0,7	0,6	1,3	1,5	1,8	2,1	2,5	3,1	4,0	**90**
0,9	0,8	0,7	1,4	1,6	1,9	2,2	2,7	3,3	4,3	**95**
0,9	0,8	0,7	1,5	1,7	2,0	2,4	2,8	3,5	4,5	**100**
1,0	0,9	0,8	1,6	1,8	2,1	2,5	3,0	3,7	4,8	**105**
1,1	1,0	0,9	1,7	2,0	2,3	2,6	3,2	3,9	5,0	**110**
1,1	1,0	0,9	1,8	2,1	2,4	2,8	3,3	4,1	5,3	**115**
1,2	1,1	1,0	1,9	2,2	2,5	3,0	3,5	4,3	5,5	**120**
1,3	1,2	1,1	2,0	2,3	2,7	3,1	3,7	4,6	5,8	**125**
1,4	1,3	1,2	2,1	2,4	2,8	3,3	3,9	4,8	6,1	**130**
1,5	1,3	1,2	2,3	2,6	3,0	3,4	4,1	5,0	6,4	**135**
1,6	1,4	1,3	2,4	2,7	3,1	3,6	4,3	5,3	6,7	**140**
1,6	1,5	1,4	2,5	2,8	3,3	3,8	4,5	5,5	7,0	**145**
1,7	1,6	1,5	2,6	3,0	4,3	4,0	4,7	5,7	7,3	**150**
40	50	60	0	10	20	30	40	50	60	cm
neigung			% Bodenneigung							Abtragshöhe
Thalseite			Abtrag an der Bergseite							

Tafel

Halbe Wegbreite b = 1,25 m.

Querflächen des Auf-

Auftragshöhe cm	Abtrag an der Bergseite bei						Auftrag an der			
	10	20	30	40	50	60	0	10	20	30
	% Bodenneigung						% Boden-			
0	0,1	0,2	0,3	0,5	0,8	1,2	.	.	.	.
5	.	0,1	0,2	0,4	0,7	1,0	0,1	.	.	.
10	.	0,1	0,2	0,3	0,6	0,9	0,1	0,1	.	.
15	.	.	0,1	0,3	0,5	0,7	0,2	0,1	0,1	.
20	.	.	0,1	0,2	0,4	0,6	0,3	0,2	0,1	0,1
25	.	.	.	0,1	0,3	0,5	0,3	0,2	0,2	0,1
30	.	.	.	0,1	0,2	0,4	0,4	0,3	0,2	0.2
35	.	.	.	.	0,2	0,3	0,5	0,4	0,3	0,2
40	.	.	.	.	0,1	0,3	0,6	0,5	0,4	0,3
45	.	.	.	.	0,1	0,2	0,7	0,5	0,4	0,3
50	.	.	.	.	.	0.1	0,7	0,6	0,5	0,4
55	.	.	.	.	.	0,1	0,8	0,7	0,6	0,5
60	.	.	.	.	.	.	0,9	0.8	0,6	0,5
65	.	.	.	.	.	.	1,0	0,9	0,7	0,6
70	.	.	.	.	.	.	1,1	0,9	0,8	0,7
75	.	.	.	.	.	.	1,2	1,0	0,9	0,8
80	.	.	.	.	.	.	1,3	1,1	1,0	0,8
85	.	.	.	.	.	.	1,4	1,2	1,1	0,9
90	.	.	.	.	.	.	1,5	1,3	1,1	1,0
95	.	.	.	.	.	.	1,6	1,4	1,2	1,1
100	.	.	.	.	.	.	1,7	1,5	1,3	1,2
105	.	.	.	.	.	.	1,9	1,6	1,4	1,2
110	.	.	.	.	.	.	2,0	1,7	1,5	1,3
115	.	.	.	.	.	.	2,1	1,8	1,6	1,4
120	.	.	.	.	.	.	2,2	1,9	1,7	1,5
125	.	.	.	.	.	.	2,3	2,1	1,8	1,6
130	.	.	.	.	.	.	2,5	2,2	1,9	1,7
135	.	.	.	.	.	.	2,6	2,3	2,0	1,8
140	.	.	.	.	.	.	2,7	2,4	2,1	1,9
145	.	.	.	.	.	.	2,9	2,5	2,3	2,0
150	.	.	.	.	.	.	3,0	2,7	2,4	2,1
cm Abtragshöhe	10	20	30	40	50	60	0	10	20	30
	% Bodenneigung						% Boden-			
	Auftrag an der Thalseite						Abtrag an der			

IV.

Böschungsmaß n = 1,00.

und Abtrags in qm.

Bergseite bei			Auftrag an der Thalseite bei							Auftragshöhe cm
40	50	60	0	10	20	30	40	50	60	
neigung			% Bodenneigung							
.	.	.	.	0,1	0,2	0,3	0,5	0,8	1,2	**0**
.	.	.	0.1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,9	1,3	**5**
.	.	.	0.1	0,2	0,4	0,5	0,7	1,0	1,5	**10**
.	.	.	0.2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,2	1,7	**15**
.	.	.	0.3	0,4	0,5	0,7	1,0	1,3	1,8	**20**
0,1	0,1	.	0.3	0,5	0,6	0,8	1,1	1,5	2,0	**25**
0,1	0,1	0,1	0,4	0,6	0,7	0,9	1,2	1,6	2,2	**30**
0,2	0,1	0,1	0,5	0,6	0.8	1,0	1,4	1,8	2,4	**35**
0,2	0,2	0,1	0,6	0,7	0,9	1,2	1,5	1,9	2,6	**40**
0,3	0,2	0,2	0,7	0,8	1,0	1,3	1,6	2,1	2,8	**45**
0,3	0,2	0,2	0,7	0,9	1,1	1,4	1,8	2,3	3,0	**50**
0,4	0,3	0,3	0,8	1,0	1,2	1,5	1,9	2,5	3,3	**55**
0,4	0,4	0,3	0,9	1,1	1,4	1,7	2,1	2,6	3,5	**60**
0,5	0,4	0,4	1,0	1,2	1,5	1,8	2,2	2,8	3,7	**65**
0,6	0,5	0,4	1,1	1,3	1,6	1,9	2,4	3.0	4,0	**70**
0,6	0,5	0,5	1,2	1,4	1,7	2,1	2,6	3,2	4,2	**75**
0,7	0,6	0,5	1,3	1,6	1,8	2,2	2,7	3,4	4,5	**80**
0,8	0,7	0,6	1,4	1,7	2,0	2,4	2,9	3,6	4,7	**85**
0,9	0,8	0,7	1,5	1,8	2,1	2,5	3,1	3,8	5,0	**90**
0,9	0,8	0,7	1,6	1.9	2,2	2,7	3,3	4,1	5,3	**95**
1,0	0,9	0,8	1,7	2,0	2,4	2,8	3,4	4,3	5,5	**100**
1,1	1,0	0,9	1,9	2,1	2,6	3,0	3,6	4,5	5,8	**105**
1,2	1,1	0,9	2,0	2,3	2,7	3,2	3,8	4,7	6,1	**110**
1,3	1,1	1,0	2,1	2,4	2,8	3,3	4,0	5,0	6,4	**115**
1,4	1,2	1,1	2,2	2,6	3,0	3,5	4,2	5,2	6,7	**120**
1,4	1,3	1,2	2,3	2,7	3,1	3,7	4,4	5,5	7,0	**125**
1,5	1,4	1,2	2,5	2,8	3,3	3,9	4,6	5,7	7,3	**130**
1,6	1,5	1,3	2,6	3,0	3,4	4,0	4,9	6,0	7,7	**135**
1,7	1,6	1,4	2,7	3,1	3,6	4,2	5,1	6,2	8,0	**140**
1,8	1,6	1,5	2,9	3,3	3,8	4,4	5,2	6,5	8,3	**145**
1,9	1,7	1,6	3,0	3,4	3,9	4,6	5,5	6,7	8,7	**150**
40	50	60	0	10	20	30	40	50	60	cm Abtragshöhe
neigung			% Bodenneigung							
Thalseite			Abtrag an der Bergseite							

Tafel

Halbe Wegbreite b = 1,50 m.

Querflächen des Auf-

Auftragshöhe cm	Abtrag an der Bergseite bei						Auftrag an der			
	10	20	30	40	50	60	0	10	20	30
	% Bodenneigung						% Boden-			
0	0,1	0,3	0,5	0,7	1,1	1,7	.	.	.	.
5	0,1	0,2	0,4	0,6	1,0	1,5	0,1	.	.	.
10	.	0,1	0,3	0,5	0,8	1,3	0,2	0,1	.	.
15	.	0,1	0,2	0,4	0,7	1,2	0,2	0,1	0,1	.
20	.	.	0,1	0,3	0,6	1,0	0,3	0,2	0,1	0,1
25	.	.	0,1	0,3	0,5	0,9	0,4	0,3	0,2	0,1
30	.	.	.	0,2	0,4	0,7	0,5	0,3	0,2	0,2
35	.	.	.	0,1	0,3	0,6	0,6	0,4	0,3	0,2
40	.	.	.	0,1	0,2	0,5	0,7	0,5	0,4	0,3
45	.	.	.	.	0,2	0,4	0,8	0,6	0,5	0,3
50	.	.	.	.	0,1	0,3	0,9	0,7	0,5	0,4
55	.	.	.	.	0,1	0,3	1,0	0,8	0,6	0,5
60	.	.	.	.	.	0,2	1,1	0,9	0,7	0,6
65	.	.	.	.	.	0,1	1,2	1,0	0,8	0,7
70	.	.		.	.	0,1	1,3	1,1	0,9	0,7
75	.	.	.	.	.	.	1,4	1,2	1,0	0,8
80	.	.	.	.	.	.	1,5	1,3	1,1	0,9
85	.	.	.	.	.	.	1,6	1,4	1,2	1,0
90	.	.	.	.	.	.	1,8	1,5	1,3	1,1
95	.	.	.	.	.	.	1,9	1,6	1,4	1,2
100	.	.	.	.	.	.	2,0	1,7	1,5	1,3
105	.	.	.	.	.	.	2,1	1,8	1,6	1,4
110	.	.	.	.	.	.	2,3	1,9	1,7	1,5
115	.	.	.	.	.	.	2,4	2,1	1,8	1,6
120	.	.	.	.	.	.	2,5	2,2	1,9	1,7
125	.	.	.	.	.	.	2,7	2,3	2,0	1,8
130	.	.	.	.	.	.	2,8	2,4	2,1	1,9
135	.	.	.	.	.	.	2,9	2,6	2,3	2,0
140	.	.	.	.	.	.	3,1	2,7	2,4	2,1
145	.	.	.	.	.	.	3,2	2,8	2,5	2,2
150	.	.	.	.	.	.	3,4	3,0	2,6	2,5
cm Abtragshöhe	10	20	30	40	50	60	0	10	20	30
	% Bodenneigung						% Boden-			
	Auftrag an der Thalseite						Abtrag an der			

V.

Böschungsmaß n = 1,00.

und Abtrags in qm.

Bergseite bei			Auftrag an der Thalseite bei							Auftrags-höhe
40	50	60	0	10	20	30	40	50	60	
neigung			% Bodenneigung							cm
.	.	.	.	0,1	0,3	0,5	0,7	1,1	1,7	**0**
.	.	.	0,1	0,2	0,4	0,6	0,9	1,3	1,9	**5**
.	.	.	0,2	0,3	0,5	0,7	1,0	1,4	2,1	**10**
.	.	.	0,2	0,4	0,6	0,8	1,1	1,6	2,3	**15**
.	.	.	0,3	0,5	0,7	0,9	1,3	1,8	2,5	**20**
0,1	0,1	.	0,4	0,6	0,8	1,1	1,4	1,9	2,7	**25**
0,1	0,1	0,1	0,5	0,7	0,9	1,2	1,6	2,1	2,9	**30**
0,2	0,1	0,1	0,6	0,8	1,0	1,3	1,7	2,3	3,2	**35**
0,2	0,2	0,1	0,7	0,9	1,1	1,4	1,9	2,5	3,4	**40**
0,3	0,2	0,2	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,7	3,6	**45**
0,3	0,2	0,2	0,9	1,1	1,4	1,7	2,2	2,9	3,9	**50**
0,4	0,3	0,3	1,0	1,2	1,5	1,9	2,4	3,1	4,1	**55**
0,4	0,4	0,3	1,1	1,3	1,6	2,0	2,5	3,3	4,4	**60**
0,5	0,4	0,4	1,2	1,4	1,8	2,2	2,7	3,5	4,7	**65**
0,6	0,5	0,4	1,3	1,6	1,9	2,3	2,9	3,7	4,9	**70**
0,7	0,6	0,5	1,4	1,7	2,0	2,5	3,1	3,9	5,2	**75**
0,8	0,6	0,5	1,5	1,8	2,2	2,7	3,3	4,2	5,5	**80**
0,8	0,7	0,6	1,6	1,9	2,3	2,8	3,5	4,4	5,8	**85**
0,9	0,8	0,7	1,8	2,1	2,5	3,0	3,7	4,6	6,1	**90**
1,0	0,9	0,7	1,9	2,2	2,6	3,2	3,9	4,9	6,4	**95**
1,1	1,0	0,8	2,0	2,3	2,8	3,3	4,1	5,1	6,7	**100**
1,2	1,0	0,9	2,1	2,5	2,9	3,5	4,3	5,4	7,0	**105**
1,3	1,1	1,0	2,3	2,6	3,1	3,7	4,5	6,6	7,3	**110**
1,4	1,2	1,1	2,4	2,8	3,3	3,9	4,7	6,9	7,7	**115**
1,5	1,3	1,1	2,5	2,9	3,4	4,1	4,9	6,2	8,0	**120**
1,6	1,4	1,2	2,7	3,1	3,6	4,3	5,2	6,4	8,3	**125**
1,7	1,5	1,3	2,8	3,2	3,8	4,5	5,4	6,7	8,7	**130**
1,8	1,6	1,4	2,9	3,4	3,9	4,7	5,6	7,0	9,0	**135**
1,9	1,7	1,5	3,1	3,5	4,1	4,9	5,9	7,3	9,4	**140**
2,0	1,8	1,6	3,2	3,7	4,3	5,1	6,1	7,6	9,8	**145**
2,1	1,9	1,7	3,4	3,9	4,5	5,3	6,4	7,9	10,1	**150**
40	**50**	**60**	**0**	**10**	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**	cm
neigung			% Bodenneigung							Ab-trags-höhe
Thalseite			Abtrag an der Bergseite							

Tafel

Halbe Wegbreite b = 1,75 m.

Querflächen des Auf-

Auftragshöhe cm	Abtrag an der Bergseite bei % Bodenneigung 10	20	30	40	50	60	Auftrag an der % Boden- 0	10	20	30
0	0,2	0,4	0.7	1,0	1,5	2,3	.	.	.	.
5	0,1	0,3	0,5	0,9	1,4	2,1	0,1	.	.	.
10	.	0,2	0,4	0,8	1,2	1,9	0,2	0,1	.	.
15	.	0,1	0,3	0,6	1,1	1,7	0,3	0,1	0,1	.
20	.	0,1	0,3	0,5	0,9	1,5	0,4	0,2	0,1	0,1
25	.	.	0,2	0,4	0,8	1,3	0,5	0,3	0,2	0,1
30	.	.	0,1	0,3	0,7	1,2	0,6	0,4	0,2	0,2
35	.	.	0,1	0,3	0,6	1,0	0,7	0,5	0,3	0,2
40	.	.	.	0,2	0,5	0,9	0,8	0,6	0,4	0,3
45	.	.	.	0,1	0,4	0,8	0,9	0,7	0,5	0,3
50	.	.	.	0,1	0,3	0,6	1,0	0,8	0,6	0,4
55	.	.	.	.	0,2	0,5	1,1	0,9	0,7	0,5
60	.	.	.	.	0,2	0,4	1,2	1,0	0,8	0,6
65	.	.	.	.	0,1	0,3	1,3	1,1	0,9	0,7
70	.	.	.	.	0,1	0,3	1,5	1,2	1,0	0,8
75	.	.	.	.	.	0,2	1,6	1,3	1,1	0,9
80	.	.	.	.	.	0,1	1,7	1,4	1,2	1,0
85	.	.	.	.	.	0,1	1,8	1,5	1,3	1,1
90	.	.	.	.	.	.	2,0	1,7	1,4	1,2
95	.	.	.	.	.	.	2,1	1,8	1,5	1,3
100	.	.	.	.	.	.	2,3	1,9	1,6	1,4
105	.	.	.	.	.	.	2,4	2,0	1,7	1,5
110	.	.	.	.	.	.	2,5	2,2	1,8	1,6
115	.	.	.	.	.	.	2,7	2,3	2,0	1,7
120	.	.	.	.	.	.	2,8	2,4	2,1	1,8
125	.	.	.	.	.	.	3,0	2,6	2,2	1,9
130	.	.	.	.	.	.	3,1	2,7	2,3	2,0
135	.	.	.	.	.	.	3,3	2,8	2,5	2,2
140	.	.	.	.	.	.	3,4	3,0	2,6	2,3
145	.	.	.	.	.	.	3,6	3,1	2,7	2,4
150	.	.	.	.	.	.	3,8	3,3	2,9	2,5
cm Abtragshöhe	**10**	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**	**0**	**10**	**20**	**30**
	% Bodenneigung						% Boden-			
	Auftrag an der Thalseite						Abtrag an der			

VI.

Böschungsmaß n = 1,00

und Abtrags in qm.

Bergseite bei			Auftrag an der Thalseite bei							Auftragshöhe cm
40	**50**	**60**	**0**	**10**	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**	
neigung			% Bodenneigung							
.	.	.	.	0,2	0,4	0,7	1,0	1,5	2,3	**0**
.	.	.	0,1	0,3	0,5	0,8	1,2	1,7	2,5	**5**
.	.	.	0,2	0,4	0,6	0,9	1,3	1,9	2,7	**10**
.	.	.	0,3	0,5	0,7	1,0	1,5	2,1	3,0	**15**
.	.	.	0,4	0,6	0,8	1,2	1,6	2,3	3,2	**20**
0,1	0,1	.	0,5	0,7	1,0	1,3	1,8	2,5	3,5	**25**
0,1	0,1	0,1	0,6	0,8	1,1	1,5	2,0	2,7	3,7	**30**
0,2	0,1	0,1	0,7	0,9	1,2	1,6	2,1	2.9	4,0	**35**
0,2	0,2	0,1	0,8	1,0	1,4	1.8	2,3	3,1	4,2	**40**
0,3	0,2	0,2	0,9	1,2	1,5	1,9	2,5	3,3	4,5	**45**
0,3	0,2	0,2	1,0	1,3	1,6	2,1	2,7	3,5	4,8	**50**
0,4	0,3	0,3	1,1	1,4	1,8	2,2	2,9	3,8	5,1	**55**
0,4	0,4	0,3	1,2	1,5	1,9	2,4	3,1	4,0	5,4	**60**
0,5	0,4	0,4	1,3	1,7	2,1	2,6	3,3	4,2	5,7	**65**
0,6	0,5	0,4	1,5	1,8	2,2	2,8	3,5	4,5	6,0	**70**
0,7	0,6	0,5	1,6	1,9	2,4	2,9	3,7	4,7	6,3	**75**
0,8	0,6	0,5	1,7	2,1	2,5	3,1	3,9	5,0	6,6	**80**
0,9	0,7	0,6	1,8	2,2	2,7	3,3	4,1	5,2	6,9	**85**
1,0	0,8	0,7	2,0	2,4	2,9	3,5	4,3	5,5	7,2	**90**
1,1	0,9	0,7	2,1	2,5	3,0	3,7	4 5	5,8	7,6	**95**
1,2	1,0	0,8	2,3	2,7	3,2	3,9	4,8	6,0	7,9	**100**
1,3	1,1	0,9	2,4	2,8	3,4	4,1	5,0	6,3	8,3	**105**
1,4	1,2	1,0	2,5	3,0	3,5	4,3	5,2	6,6	8,6	**110**
1,5	1,3	1,1	2,7	3,1	3,7	4,5	5,5	6,9	9,0	**115**
1,6	1,4	1,2	2,8	3,3	3,9	4,7	5,7	7,2	9,3	**120**
1,7	1,5	1,3	3,0	3,5	4,1	4,9	6,0	7,5	9,7	**125**
1,8	1.6	1,4	3,1	3,6	4,3	5,1	6,2	7,8	10,1	**130**
1,9	1,7	1,5	3,3	3,8	4,5	5,3	6,5	8,1	10,5	**135**
2,0	1,8	1,6	3,4	4,0	4,7	5,6	6,7	8,4	10,9	**140**
2,2	1,9	1,7	3,6	4,2	4,9	5,8	7,0	8,7	11,3	**145**
2,2	2,0	1,8	3,7	4,3	5,1	6,0	7,3	9,0	11,7	**150**
40	**50**	**60**	**0**	**10**	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**	cm Abtragshöhe
neigung			% Bodenneigung							
Thalseite			Abtrag an der Bergseite							

Tafel

Halbe Wegbreite b = 2,00 m.

Querflächen des Auf-

Auftrags-höhe cm	Abtrag an der Bergseite bei						Auftrag an der			
	10	20	30	40	50	60	0	10	20	30
	% Bodenneigung						% Boden-			
0	0,2	0,5	0,9	1,3	2,0	3,0	.	.	.	.
5	0,1	0,4	0,7	1,1	1,8	2,8	0,1	.	.	.
10	0,1	0,3	0,6	1,0	1,6	2,5	0,2	0,1	.	.
15	.	0,2	0,5	0,9	1,4	2,3	0,3	0,1	0,1	.
20	.	0,1	0,4	0,7	1,3	2,1	0,4	0,2	0,1	0,1
25	.	0,1	0,3	0,6	1,1	1,9	0,5	0,3	0,2	0,1
30	.	.	0,2	0,5	1,0	1,7	0,6	0,4	0,2	0,2
35	.	.	0,1	0,4	0,8	1,5	0,8	0,5	0,3	0,2
40	.	.	0,1	0,3	0,7	1,3	0,9	0,6	0,4	0,3
45	.	.	0,1	0,3	0,6	1,2	1,0	0,7	0,5	0,3
50	.	.	.	0,2	0,5	1,0	1,1	0,8	0,6	0,4
55	.	.	.	0,1	0,4	0,9	1,2	1,0	0,7	0,5
60	.	.	.	0,1	0,3	0,7	1,4	1,1	0,8	0,6
65	.	.	.	.	0,2	0,6	1,5	1,2	0,9	0,7
70	.	.	.	.	0,2	0,5	1,6	1,3	1,0	0,8
75	.	.	.	.	0,1	0,4	1,8	1,4	1,2	0,9
80	.	.	.	.	0,1	0,3	1,9	1,6	1,3	1,0
85	.	.	.	.	0,1	0,3	2,1	1,7	1,4	1,1
90	.	.	.	.	.	0,2	2,2	1,8	1,5	1,2
95	.	.	.	.	.	0,1	2,3	2,0	1,6	1,3
100	.	.	.	.	.	0,1	2,5	2,1	1,8	1,5
105	.	.	.	.	.	.	2,6	2,2	1,9	1,6
110	.	.	.	.	.	.	2,8	2,4	2,0	1,7
115	.	.	.	.	.	.	3,0	2,5	2,1	1,8
120	.	.	.	.	.	.	3,1	2,7	2,3	1,9
125	.	.	.	.	.	.	3,3	2,8	2,4	2,1
130	.	.	.	.	.	.	3,4	3,0	2,5	2,2
135	.	.	.	.	.	.	3,6	3,1	2,7	2,3
140	.	.	.	.	.	.	3,8	3,3	2,8	2,4
145	.	.	.	.	.	.	3,9	3,4	3,0	2,6
150	.	.	.	.	.	.	4,1	3,6	3,1	2,7
cm Abtrags-höhe	10	20	30	40	50	60	0	10	20	30
	% Bodenneigung						% Boden-			
	Auftrag an der Thalseite						Abtrag an der			

VII.

Böschungsmaß n = 1,00.

und Abtrags in qm.

Bergseite bei			Anfang an der Thalseite bei							Auftragshöhe
40	**50**	**60**	**0**	**10**	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**	cm
neigung			% Bodenneigung							
.	.	.	.	0,2	0,5	0,9	1,3	2,0	3,0	**0**
.	.	.	0,1	0,3	0,6	1,0	1,5	2,2	3,3	**5**
.	.	.	0,2	0,4	0,8	1,1	1,7	2,4	3,5	**10**
.	.	.	0,3	0,6	0,9	1,3	1,8	2,6	3,8	**15**
.	.	.	0,4	0,7	1,0	1,5	2,0	2,8	4,1	**20**
0,1	0,1	.	0,5	0,8	1,2	1,6	2,2	3,1	4,3	**25**
0,1	0,1	0,1	0,6	0,9	1,3	1,8	2,4	3,3	4,6	**30**
0,2	0,1	0,1	0,8	1,1	1,5	1,9	2,6	3,5	4,9	**35**
0,2	0,2	0,1	0,9	1,2	1,6	2,1	2,8	3,8	5,2	**40**
0,3	0,2	0,2	1,0	1,3	1,8	2,3	3,0	4,0	5,5	**45**
0,3	0,2	0,2	1,1	1,5	1,9	2,5	3,2	4,3	5,8	**50**
0,4	0,3	0,3	1,2	1,6	2,1	2,6	3,4	4,5	6,1	**55**
0,4	0,4	0,3	1,4	1,7	2,2	2,8	3,6	4,8	6,5	**60**
0,5	0,4	0,4	1,5	1,9	2,4	3,0	3,8	5,0	6,8	**65**
0,6	0,5	0,4	1,6	2,0	2,6	3,2	4,1	5,3	7,1	**70**
0,7	0,6	0,5	1,8	2,2	2,7	3,4	4,3	5,6	7,5	**75**
0,8	0,6	0,5	1,9	2,4	2,9	3,6	4,5	5,8	7,8	**80**
0,9	0,7	0,6	2,1	2,5	3,1	3,8	4,8	6,1	8,2	**85**
1,0	0,8	0,7	2,2	2,7	3,3	4,0	5,0	6,4	8,5	**90**
1,1	0,9	0,7	2,3	2,8	3,4	4,2	5 3	6,7	8,9	**95**
1,2	1,0	0,8	2,5	3,0	3,6	4,4	5,5	7,0	9,3	**100**
1,3	1,1	0,9	2,6	3,2	3,8	4,6	5,8	7,3	9,6	**105**
1,4	1,2	1,0	2,8	3,3	4,0	4,9	6,0	7,6	10,0	**110**
1,5	1,3	1,1	3,0	3,5	4,2	5,1	6,3	7,9	10,4	**115**
1,7	1,4	1,2	3,1	3,7	4,4	5,3	6,5	8,2	10,8	**120**
1,8	1,5	1,3	3,3	3,9	4,6	5,5	6,8	8,6	11,2	**125**
1,9	1.6	1,4	3,4	4,0	4,8	5,8	7,1	8,9	11,6	**130**
2,0	1,7	1,5	3,6	4,2	5,0	6,0	7,3	9,2	12,0	**135**
2,1	1,9	1,6	3,8	4,4	5,2	6,3	7,6	9,6	12,5	**140**
2,2	2,0	1,7	3,9	4,6	5,4	6,5	7,9	9,9	12,9	**145**
2,4	2,1	1,8	4,1	4,8	5,7	6,7	8,2	10,3	13,3	**150**
40	**50**	**60**	**0**	**10**	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**	cm
neigung			% Bodenneigung							Abtragshöhe
Thalseite			Abtrag an der Bergseite							

Tafel

Halbe Wegbreite b = 2,25 m.

Querflächen des Auf-

Auftragshöhe cm	Abtrag an der Bergseite bei						Auftrag an der			
	10	20	30	40	50	60	0	10	20	30
	% Bodenneigung						% Boden-			
0	0 3	0,6	1,1	1,7	2,5	3,8	.	.	.	.
5	0.2	0,5	0,9	1,5	2,3	3,5	0,1	.	.	.
10	0.1	0,4	0,8	1,3	2,1	3,3	0,2	0,1	.	.
15	.	0,3	0,7	1,2	1,9	3,0	0,3	0,1	0,1	.
20	.	0,2	0,5	1,0	1,7	2,8	0,5	0,2	0,1	0,1
25	.	0,1	0,4	0,9	1,5	2,5	0,6	0,3	0,2	0,1
30	.	0,1	0,3	0,7	1,4	2,3	0,7	0,4	0,2	0,2
35	.	.	0,3	0,6	1,2	2,1	0,8	0,5	0,3	0,2
40	.	.	0,2	0,5	1,1	1,9	1,0	0,7	0,4	0,3
45	.	.	0,1	0,4	0 9	1,7	1,1	0,8	0,5	0,3
50	.	.	0,1	0,3	0,8	1,5	1,2	0,9	0,6	0,4
55	.	.	.	0,3	0,7	1,3	1,4	1,0	0,7	0,5
60	.	.	.	0,2	0,6	1,2	1,5	1,2	0,9	0,6
65	.	.	.	0,1	0,5	1,0	1,7	1,3	1,0	0,7
70	.	.	.	0,1	0,4	0,9	1,8	1,4	1,1	0,8
75	.	.	.	.	0,3	0,7	2,0	1,6	1,2	0,9
80	.	.	.	.	0,2	0,6	2,1	1,7	1,3	1,0
85	.	.	.	.	0,1	0,5	2,3	1,8	1,5	1,2
90	.	.	.	.	0,1	0,4	2,4	2,0	1,6	1,3
95	.	.	.	.	0,1	0,3	2,6	2,1	1,7	1,4
100	.	.	.	.	.	0,3	2,7	2,3	1,9	1,5
105	.	.	.	.	.	0,2	2,9	2,4	2,0	1,7
110	.	.	.	.	.	0,1	3,1	2,6	2,1	1,8
115	.	.	.	.	.	0,1	3.2	2,7	2,3	1,9
120	.	.	.	.	.	.	3,4	2,9	2,4	2,0
125	.	.	.	.	.	.	3,6	3,0	2,6	2,2
130	.	.	.	.	.	.	3,8	3,2	2,7	2,3
135	.	.	.	.	.	.	3,9	3,4	2,9	2,5
140	.	.	.	.	.	.	4,1	3,5	3,0	2,6
145	.	.	.	.	.	.	4,3	3,7	3,2	2,7
150	.	.	.	.	.	.	4.5	3,9	3,3	2,9
cm Abtragshöhe	10	20	30	40	50	60	0	10	20	30
	% Bodenneigung						% Boden-			
	Auftrag an der Thalseite						Abtrag an der			

VIII.

Böschungsmaß n = 1,00.

und Abtrags in qm

Bergseite bei			Auftrag an der Thalseite bei							Auftragshöhe cm
40	**50**	**60**	**0**	**10**	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**	
neigung			% Bodenneigung							
.	.	.	.	0,3	0,6	1,1	1,7	2,5	3,8	**0**
.	.	.	0,1	0,4	0,7	1,2	1,9	2,8	4,1	**5**
.	.	.	0,2	0,5	0,9	1,4	2,1	3,0	4,4	**10**
.	.	.	0,3	0,7	1,1	1,6	2,3	3,2	4,7	**15**
.	.	.	0,5	0,8	1,2	1.8	2,5	3,5	5,0	**20**
0,1	0,1	.	0,6	0,9	1,4	1,9	2,7	3,7	5,3	**25**
0,1	0,1	0,1	0,7	1,1	1,5	2,1	2,9	4,0	5,6	**30**
0,2	0,1	0,1	0,8	1,2	1,7	2,3	3,1	4,2	5,9	**35**
0,2	0,2	0,1	1,0	1,4	1,9	2,5	3,3	4,5	6,2	**40**
0,3	0,2	0,2	1,1	1,5	2,0	2.7	3,5	4,8	6,6	**45**
0,3	0,2	0,2	1,2	1,7	2,2	2,9	3,8	5,0	6,9	**50**
0,4	0,3	0,3	1,4	1,8	2,4	3,1	4,0	5,3	7,3	**55**
0,4	0,4	0,3	1,5	2,0	2,5	3,3	4,2	5,6	7,6	**60**
0,5	0,4	0,4	1,7	2,1	2,7	3,5	4,5	5,9	8,0	**65**
0,6	0,5	0,4	1,8	2,3	2,9	3,7	4,7	6,2	8,3	**70**
0,7	0,6	0,5	2,0	2,5	3,1	3.9	5,0	6,5	8,7	**75**
0,8	0,6	0,5	2,1	2,6	3,3	4,1	5,2	6,8	9,1	**80**
0,9	0,7	0,6	2,3	2,8	3,5	4,3	5,5	7,1	9,5	**85**
1,0	0,8	0,7	2,4	2,9	3,7	4,6	5,7	7,4	9,9	**90**
1,1	0,9	0,7	2,6	3,2	3,9	4,8	6,0	7,7	10,3	**95**
1,2	1 0	0,8	2,7	3,3	4,1	5,0	6,3	8,0	10,7	**100**
1,4	1,1	0,9	2,9	3,5	4,3	5,2	6,5	8,4	11,1	**105**
1,5	1,2	1,0	3,1	3,7	4,5	5,5	6,8	8,7	11,5	**110**
1,6	1,3	1,1	3,2	3,9	4,7	5,7	7,1	9,0	11,9	**115**
1,7	1,4	1,2	3,4	4,1	4,9	6,0	7,4	9,4	12,3	**120**
1,8	1,6	1,3	3,6	4,3	5,1	6,2	7,7	9,7	12,8	**125**
2,0	1,7	1,4	3,8	4,5	5,3	6,5	8,0	10,0	13,2	**130**
2,1	1,8	1,5	3,9	4,7	5,6	6,7	8,3	10,4	13,7	**135**
2,2	1,9	1,6	4,1	4,9	5,8	7,0	8,8	10,8	14,1	**140**
2.4	2,0	1.7	4,3	5,1	6,0	7,2	8,9	11,2	14,6	**145**
2.5	2,2	1.9	4,5	5,3	6,3	7,5	9 2	11,5	15,0	**150**
40	**50**	**60**	**0**	**10**	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**	cm Abtragshöhe
neigung			% Bodenneigung							
Thalseite			Abtrag an der Bergseite							

Tafel

Halbe Wegbreite b = 2,50 m.

Querflächen des Auf-

Auftragshöhe cm	Abtrag an der Bergseite bei						Auftrag an der			
	10	20	30	40	50	60	0	10	20	30
	% Bodenneigung						% Boden-			
0	0,3	0,8	1,3	2,1	3,1	4,7	.	.	.	.
5	0,2	0,6	1,2	1,9	2,9	4,4	0,1	.	.	.
10	0,1	0,5	1,0	1,7	2,6	4,1	0,3	0,1	.	.
15	0,1	0,4	0,9	1,5	2,4	3,8	0,4	0,1	0,1	.
20	.	0,3	0,7	1,3	2,2	3,5	0,5	0,2	0,1	0,1
25	.	0,2	0,6	1,2	2,0	3,3	0,7	0,3	0,2	0,1
30	.	0,1	0,5	1,0	1,8	3,0	0,8	0,4	0,2	0,2
35	.	0,1	0,4	0,9	1,6	2,8	0,9	0,6	0,3	0,2
40	.	.	0,3	0,7	1,4	2,5	1,1	0,7	0,4	0,3
45	.	.	0,2	0,6	1,3	2,3	1,2	0,8	0,5	0,3
50	.	.	0,1	0,5	1,1	2,1	1,4	1,0	0,6	0,4
55	.	.	0,1	0,4	1,0	1,9	1,5	1,1	0,8	0,5
60	.	.	0,1	0,3	0,8	1,7	1,7	1,2	0,9	0,6
65	.	.	.	0,3	0,7	1,5	1,8	1,4	1,0	0,7
70	.	.	.	0,2	0,6	1,3	2,0	1,5	1,1	0,8
75	.	.	.	0,1	0,5	1,2	2,2	1,7	1,3	0,9
80	.	.	.	0,1	0,4	1,0	2,3	1,8	1,4	1,1
85	.	.	.	.	0,3	0,9	2,5	2,0	1,5	1,2
90	.	.	.	.	0,2	0,7	2,7	2,1	1,7	1,3
95	.	.	.	.	0,2	0,6	2,8	2,3	1,8	1,5
100	.	.	.	.	0,1	0,5	3,0	2,4	2,0	1,6
105	.	.	.	.	0,1	0,4	3,2	2,6	2,1	1,7
110	.	.	.	.	.	0,3	3,4	2,8	2,3	1,9
115	.	.	.	.	.	0,3	3,5	2,9	2,4	2,0
120	.	.	.	.	.	0,2	3,7	3,1	2,6	2,1
125	.	.	.	.	.	0,1	3,9	3,3	2,7	2,3
130	.	.	.	.	.	0,1	4,1	3,4	2,9	2,4
135	.	.	.	.	.	.	4,3	3,6	3,0	2,6
140	.	.	.	.	.	.	4,5	3,8	3,2	2,7
145	.	.	.	.	.	.	4,7	4,0	3,4	2,9
150	.	.	.	.	.	.	4,9	4,1	3,5	3,0
cm	10	20	30	40	50	60	0	10	20	30
Abtragshöhe	% Bodenneigung						% Boden-			
	Auftrag an der Thalseite						Abtrag an der			

IX.

Böschungsmaß n = 1,00.

und Abtrags in qm.

Bergseite bei			Auftrag an der Thalseite bei							Auftrags-höhe
40	**50**	**60**	**0**	**10**	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**	cm
neigung			% Bodenneigung							
.	.	.	.	0,3	0,8	1,3	2,1	3,1	4,7	**0**
.	.	.	0,1	0,5	0,9	1,5	2,3	3,4	5,0	**5**
.	.	.	0,3	0,6	1,1	1,7	2,5	3,6	5,3	**10**
.	.	.	0,4	0,8	1,3	1,9	2,7	3,9	5,7	**15**
.	.	.	0,5	0,9	1,4	2 1	2,9	4,2	6,0	**20**
0,1	0,1	.	0,7	1,1	1,6	2,3	3,2	4,4	6,3	**25**
0,1	0,1	0,1	0,8	1,2	1,8	2,5	3,4	4,7	6,7	**30**
0,2	0,1	0,1	0,9	1,4	2,0	2,7	3,6	5,0	7,0	**35**
0,2	0,2	0,1	1,1	1,5	2,1	2,9	3,9	5,3	7,4	**40**
0,3	0,2	0,2	1,2	1,7	2,3	3,1	4,1	5,6	7,8	**45**
0,3	0,2	0,2	1,4	1,9	2,5	3,3	4,4	5,8	8,1	**50**
0,4	0,3	0,3	1,5	2,0	2,7	3,5	4,6	6,2	8,5	**55**
0,4	0,4	0,3	1,7	2,2	2,9	3,7	4,9	6,5	8,9	**60**
0,5	0,4	0,4	1,8	2,4	3,1	4,0	5,1	6,8	9,3	**65**
0,6	0,5	0,4	2,0	2,6	3,3	4,2	5,4	7,1	9,7	**70**
0,7	0,6	0,5	2,2	2,7	3,5	4,4	5,7	7,4	10,1	**75**
0,8	0,6	0,5	2,3	2,9	3,7	4,7	5,9	7,8	10,5	**80**
0,9	0,7	0,6	2,5	3,1	3,9	4,9	6,2	8,1	10,9	**85**
1,0	0,8	0,7	2,7	3,3	4,1	5,1	6,5	8,4	11,3	**90**
1,1	0,9	0,8	2,8	3,5	4,3	5,4	6,8	8,8	11,8	**95**
1,2	1,0	0,8	3,0	3,7	4,5	5,6	7,1	9,1	12,2	**100**
1,4	1,1	0,9	3,2	3,9	4,8	5,9	7,4	9,5	12,6	**105**
1,5	1,2	1,0	3,4	4,1	5,0	6,1	7,7	9,8	13,1	**110**
1,6	1,3	1,1	3,5	4,3	5,2	6,4	8,0	10,2	13,5	**115**
1,8	1,4	1,2	3,7	4,5	5,4	6,7	8,3	10,6	14,0	**120**
1,9	1,6	1,3	3,9	4,7	5,7	6,9	8,6	10,9	14,5	**125**
2,0	1,7	1,4	4,1	4,9	5,9	7,2	8,9	11,3	14,9	**130**
2,2	1,8	1,5	4,3	5,1	6,1	7,5	9,2	11,7	15,4	**135**
2,3	1,9	1,6	4,5	5,3	6,4	7,7	9,5	12,1	15,9	**140**
2,4	2,1	1,7	4,7	5,5	6,6	8,0	9,9	12,5	16,4	**145**
2,6	2,2	1,9	4,9	5,8	6,9	8,3	10,2	12,9	16,9	**150**
40	**50**	**60**	**0**	**10**	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**	cm
neigung			% Bodenneigung							Ab-trags-höhe
Thalseite			Abtrag an der Bergseite							

Tafel

Halbe Wegbreite b = 2,75 m.

Querflächen des Auf-

Auftragshöhe cm	Abtrag an der Bergseite bei						Auftrag an der			
	10	20	30	40	50	60	0	10	20	30
	% Bodenneigung						% Boden-			
0	0,4	0,9	1,6	2,5	3,8	5,7	.	.	.	.
5	0,3	0,8	1,4	2,3	3,5	5,3	0,1	.	.	.
10	0,2	0,6	1,3	2,1	3,3	5,0	0,3	0,1	.	.
15	0,1	0,5	1,1	1,9	3,0	4,7	0,4	0,1	0,1	.
20	.	0,4	0,9	1,7	2,8	4,4	0,6	0,2	0,1	0,1
25	.	0,3	0,8	1,5	2,5	4,1	0,7	0,3	0,2	0,1
30	.	0,2	0,7	1,3	2,3	3,8	0,9	0,4	0,2	0,2
35	.	0,1	0,5	1,2	2,1	3,5	1,0	0,6	0,3	0,2
40	.	0,1	0,4	1,0	1,9	3,3	1,2	0,7	0,4	0,3
45	.	.	0,3	0,9	1,7	3,0	1,3	0,9	0,5	0,3
50	.	.	0,3	0,8	1,5	2,8	1,5	1,0	0,6	0,4
55	.	.	0,2	0,6	1,4	2,5	1,7	1,2	0,8	0,5
60	.	.	0,1	0,5	1,2	2,3	1,8	1,3	0,9	0,6
65	.	.	0,1	0,4	1,0	2,1	2,0	1,5	1,0	0,7
70	.	.	.	0,3	0,9	1,9	2,2	1,6	1,2	0,8
75	.	.	.	0,3	0,8	1,7	2,3	1,8	1,3	0,9
80	.	.	.	0,2	0,7	1,5	2,5	2,0	1,5	1,1
85	.	.	.	0,1	0,6	1,3	2,7	2,1	1,6	1,2
90	.	.	.	0,1	0,5	1,2	2,9	2,3	1,8	1,3
95	.	.	.	.	0,4	1,0	3,1	2,4	1,9	1,5
100	.	.	.	.	0,3	0,9	3,2	2,6	2,1	1,6
105	.	.	.	.	0,2	0,7	3,4	2,8	2,2	1,8
110	.	.	.	.	0,2	0,6	3,6	3,0	2,4	1,9
115	.	.	.	.	0,1	0,5	3,8	3,1	2,6	2,1
120	.	.	.	.	0,1	0,4	4,0	3,3	2,7	2,2
125	.	.	.	.	.	0,3	4,2	3,5	2,9	2,4
130	.	.	.	.	.	0,3	4,4	3,7	3,1	2,5
135	.	.	.	.	.	0,2	4,6	3,9	3,2	2,7
140	.	.	.	.	.	0,1	4,8	4,0	3,4	2,8
145	.	.	.	.	.	0,1	5,0	4,2	3,6	3,0
150	.	.	.	.	.	.	5,2	4,4	3.7	3,2
cm Abtragshöhe	10	20	30	40	50	60	0	10	20	30
	% Bodenneigung						% Boden-			
	Auftrag an der Thalseite						Abtrag an der			

X.

Böschungsmaß n = 1,00.

und Abtrags in qm.

Bergseite bei			Auftrag an der Thalseite bei							Auftragshöhe cm
40	**50**	**60**	**0**	**10**	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**	
neigung			% Bodenneigung							
.	.	.	.	0,4	0,9	1,6	2,5	3,8	5,7	**0**
.	.	.	0,1	0,6	1,1	1,8	2,8	4,1	6,0	**5**
.	.	.	0,3	0,7	1,3	2,0	3,0	4,3	6,4	**10**
.	.	.	0,4	0,9	1,5	2,2	3,2	4,6	6,7	**15**
.	.	.	0,6	1,0	1,7	2,4	3,5	4,9	7,1	**20**
0,1	0,1	.	0,7	1,2	1,8	2,6	3,7	5,2	7,5	**25**
0,1	0,1	0,1	0,9	1,4	2,0	2,8	4,0	5,5	7,8	**30**
0,2	0,1	0,1	1,0	1,6	2,2	3,1	4,2	5,8	8,2	**35**
0,2	0,2	0,1	1,2	1,7	2,4	3,3	4,5	6,1	8,6	**40**
0,3	0,2	0,2	1,3	1,9	2,6	3,5	4,7	6,5	9,0	**45**
0,3	0,2	0,2	1,5	2,1	2,8	3,7	5,0	6,8	9,4	**50**
0,4	0,3	0,3	1,7	2,3	3,0	3,9	5,3	7,1	9,4	**55**
0,4	0,4	0,3	1,8	2,5	3,2	4,2	5,5	7,4	10,2	**60**
0,5	0,4	0,4	2,0	2,6	3,4	4,4	5,8	7,8	10,7	**65**
0,6	0,5	0,4	2,2	2,8	3,7	4,6	6,1	8,1	11,1	**70**
0,7	0,6	0,5	2,3	3,0	3,9	4,9	6,4	8,5	11,5	**75**
0,8	0,6	0,5	2,5	3,2	4,1	5,1	6,6	8,8	12,0	**80**
0,9	0,7	0,6	2,7	3,4	4,3	5,4	6,9	9,2	12,4	**85**
1,0	0,8	0,7	2,9	3,6	4,5	5,6	7,2	9,5	12,9	**90**
1,1	0,9	0,7	3,1	3,8	4,8	5,9	7,5	9,9	13,3	**95**
1,2	1,0	0,8	3,2	4,0	5,0	6,1	7,8	10,3	13,8	**100**
1,4	1,1	0,9	3,4	4,2	5,2	6,4	8,1	10,7	14,4	**105**
1,5	1,2	1,0	3,6	4,5	5,5	6,6	8,4	11,0	14,7	**110**
1,6	1,3	1,1	3,8	4,7	5,7	6,9	8,7	11,4	15,2	**115**
1,8	1,4	1,2	4,0	4,9	6,0	7,1	9,0	11,8	15,7	**120**
1,9	1,6	1,3	4,2	5,1	6,2	7,4	9,4	12,2	16,2	**125**
2,1	1,7	1,4	4,4	5,3	6,5	7,7	9,7	12,6	16,7	**130**
2,2	1,8	1,5	4,6	5,6	6,7	7,9	10,0	13,0	17,2	**135**
2,4	2,0	1,6	4,8	5,8	7,0	8,2	10,3	13,4	17,7	**140**
2,5	2,1	1,7	5,0	6,0	7,2	8,5	10,7	13,9	18,3	**145**
2,7	2,2	1,9	5,2	6,3	7,5	8,8	11,0	14,3	18,8	**150**
40	**50**	**60**	**0**	**10**	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**	cm Abtragshöhe
neigung			% Bodenneigung							
Thalseite			Abtrag an der Bergseite							

Tafel

Halbe Wegbreite b = 3,00 m.

Querflächen des Auf-

Auftragshöhe cm	Abtrag an der Bergseite bei						Auftrag an der			
	10	20	30	40	50	60	0	10	20	30
	% Bodenneigung						% Boden-			
0	0,5	1,1	1,9	3,0	4,5	6,7	.	.	.	.
5	0,3	0,9	1,7	2,8	4,2	6,4	0,1	.	.	.
10	0,2	0,8	1,5	2,5	3,9	6,0	0,3	0,1	.	.
15	0,1	0,6	1,3	2,3	3,6	5,7	0,5	0,1	0,1	.
20	0,1	0,5	1,2	2,1	3,4	5,3	0,6	0,2	0,1	0,1
25	.	0,4	1,0	1,9	3,1	5,0	0,8	0,3	0,2	0,1
30	.	0,3	0,9	1,7	2,9	4,7	0,9	0,4	0,2	0.2
35	.	0,2	0,7	1,5	2,6	4,4	1,1	0,6	0,3	0,2
40	.	0,1	0,6	1,3	2,4	4,1	1,3	0,7	0,4	0,3
45	.	0,1	0,5	1,2	2,2	3,8	1,4	0,9	0,5	0,3
50	.	.	0,4	1,0	2,0	3,5	1,6	1,1	0,6	0,4
55	.	.	0,3	0,9	1,8	3,3	1,8	1,2	0,8	0,5
60	.	.	0,2	0,7	1,6	3,0	2,0	1,4	0,9	0,6
65	.	.	0,1	0,6	1,4	2,8	2,2	1,6	1,0	0,7
70	.	.	0,1	0,5	1,3	2,5	2,3	1,7	1,2	0,8
75	.	.	0,1	0,4	1,1	2,3	2,5	1,9	1,4	0,9
80	.	.	.	0,3	1,0	2,1	2,7	2,1	1,5	1,1
85	.	.	.	0,3	0,8	1,9	2,9	2,2	1,7	1,2
90	.	.	.	0,2	0,7	1,7	3,1	2,4	1,8	1,3
95	.	.	.	0,1	0,6	1,5	3,3	2,6	2,0	1,5
100	.	.	.	0,1	0,5	1,3	3,5	2,8	2,2	1,7
105	.	.	.	.	0,4	1,2	3,7	3,0	2,3	1,8
110	.	.	.	.	0,3	1,0	3,9	3,1	2,5	2,0
115	.	.	.	.	0,2	0,9	4,1	3,3	2,7	2,1
120	.	.	.	.	0,2	0,7	4,3	3,5	2,8	2,3
125	.	.	.	.	0,1	0,6	4,5	3,7	3,0	2,4
130	.	.	.	.	0,1	0,5	4,7	3,9	3,2	2,6
135	.	.	.	.	.	0,4	5,0	4,1	3,4	2,8
140	.	.	.	.	.	0,3	5,2	4,3	3,6	2,9
145	.	.	.	.	.	0,3	5,4	4,5	3,8	3,1
150	.	.	.	.	.	0,2	5,6	4,7	3,9	3,3
cm Abtragshöhe	10	20	30	40	50	60	0	10	20	30
	% Bodenneigung						% Boden-			
	Auftrag an der Thalseite						Abtrag an der			

XI.

Böschungsmaß n = 1,00.

und Abtrags in qm.

Bergseite bei			Auftrag an der Thalseite bei							Auftrags-höhe cm
40	50	60	0	10	20	30	40	50	60	
neigung			% Bodenneigung							
.	.	.	.	0,5	1,1	1,9	3,0	4,5	6,7	**0**
.	.	.	0,1	0,7	1,3	2,1	3,3	4,8	7,1	**5**
.	.	.	0,3	0,8	1,5	2,4	3,5	5,1	7,5	**10**
.	.	.	0,5	1,0	1,7	2,6	3,8	5,4	7,9	**15**
.	.	.	0,6	1,2	1,9	2,8	4,0	5,7	8,3	**20**
0,1	0,1	.	0,8	1,4	2,1	3,0	4,3	6,1	8,7	**25**
0,1	0,1	0,1	0,9	1,5	2,3	3,2	4,6	6,4	9,1	**30**
0,2	0,1	0,1	1,1	1,7	2,5	3,5	4,8	6,7	9,5	**35**
0,2	0,2	0,1	1,3	1,9	2,7	3,7	5,1	7,1	9,9	**40**
0,3	0,2	0,2	1,4	2,1	2,9	3,9	5,4	7,4	10,4	**45**
0,3	0,2	0,2	1,6	2,3	3,1	4,2	5,7	7,7	10,8	**50**
0,4	0,3	0,3	1,8	2,5	3,3	4,4	6,0	8,1	11,3	**55**
0,4	0,3	0,3	2,0	2,6	3,5	4,6	6,3	8,5	11,7	**60**
0,5	0,4	0,4	2,2	2,9	3,7	4,9	6,6	8,8	12,2	**65**
0,6	0,5	0,4	2,3	3,1	3,9	5,1	6,9	9,2	12,6	**70**
0,7	0,6	0,5	2,5	3,3	4,2	5,4	7,2	9,6	13,1	**75**
0,8	0,6	0,5	2,7	3,5	4,4	5,6	7,5	9,9	13,5	**80**
0,9	0,7	0,6	2,9	3,7	4,6	5,8	7,8	10,3	14,0	**85**
1,0	0,8	0,7	3,1	3,9	4,8	6,1	8,2	10,7	14,5	**90**
1,1	0,9	0,7	3,3	4,1	5,1	6,3	8,5	11,1	15,0	**95**
1,2	1,0	0,8	3,5	4,3	5,3	6,6	8,8	11,5	15,5	**100**
1,4	1,1	0,9	3,7	4,5	5,5	6,9	9,2	11,9	16,0	**105**
1,5	1,2	1,0	3,9	4,7	5,8	7,1	9,5	12,3	16,5	**110**
1,7	1,3	1,1	4,1	4,9	6,0	7,4	9,9	12,7	17,0	**115**
1,8	1,4	1,2	4,3	5,2	6,2	7,6	10,2	13,1	17,5	**120**
1,9	1,6	1,3	4,5	5,4	6,5	7,9	10,5	13,6	18,1	**125**
2,1	1,7	1,4	4,7	5,6	6,7	8,2	10,9	14,0	18,6	**130**
2,3	1,8	1,5	5,0	5,8	6,9	8,4	11,3	14,4	19,2	**135**
2,4	2,0	1,6	5,2	6,1	7,2	8,7	11,6	14,9	19,7	**140**
2,6	2,1	1,7	5,4	6,3	7,4	8,9	12,0	15,3	20,3	**145**
2,7	2,2	1,9	5,6	6,5	7,7	9,2	12,4	15,7	20,8	**150**
40	**50**	**60**	**0**	**10**	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**	cm
neigung			% Bodenneigung							Ab-trags-höhe
Thalseite			Abtrag an der Bergseite							

Tafel

Halbe Wegbreite b = 3,25 m.

Querflächen des Auf-

Auftrags-höhe cm	Abtrag an der Bergseite bei						Auftrag an der			
	10	20	30	40	50	60	0	10	20	30
	% Bodenneigung						% Boden-			
0	0,6	1,3	2,3	3,5	5,3	7,9	.	.	.	.
5	0,4	1,1	2,0	3,3	5,0	7,5	0,2	.	.	.
10	0,3	0,9	1,8	3,0	4,7	7,1	0,3	0,1	.	.
15	0,2	0,8	1,6	2,8	4,4	6,7	0,5	0,1	0,1	.
20	0,1	0,6	1,4	2,5	4,1	6,4	0,7	0,2	0,1	0,1
25	.	0,5	1,2	2,3	3,8	6,0	0,8	0,3	0,2	0,1
30	.	0,4	1,1	2,1	3,5	5,7	1,0	0,4	0,2	0,2
35	.	0,3	0,9	1,9	3,3	5,3	1,2	0,6	0,3	0,2
40	.	0,2	0,8	1,7	3,0	5,0	1,4	0,8	0,4	0,3
45	.	0,1	0,7	1,5	2,8	4,7	1,6	0,9	0,5	0,3
50	.	0,1	0,5	1,3	2,5	4,4	1,7	1,1	0,6	0,4
55	.	.	0,4	1,2	2,3	4,1	1,9	1,3	0,8	0,5
60	.	.	0,3	1,0	2,1	3,8	2,1	1,5	0,9	0,6
65	.	.	0,2	0,9	1,9	3,5	2,3	1,6	1,1	0.7
70	.	.	0,2	0,7	1,7	3,3	2,5	1,8	1,2	0,8
75	.	.	0,1	0,6	1,5	3,0	2,7	2,0	1,4	0,9
80	.	.	0,1	0,5	1,4	2,8	2,9	2,2	1,6	1.1
85	.	.	.	0,4	1,2	2,5	3,1	2,4	1,7	1,2
90	.	.	.	0,3	1,1	2,3	3,3	2,5	1,9	1,3
95	.	.	.	0,3	0,9	2,1	3,5	2,7	2,1	1,5
100	.	.	.	0,2	0,8	1,9	3,7	2,9	2,2	1,7
105	.	.	.	0,1	0,7	1,7	4,0	3,1	2,4	1,8
110	.	.	.	0,1	0,6	1,5	4,2	3,3	2,6	2,0
115	.	.	.	.	0,5	1,3	4,4	3,5	2,8	2,2
120	.	.	.	.	0,4	1,2	4,6	3,7	3,0	2,3
125	.	.	.	.	0,3	1,0	4,8	3,9	3,2	2,5
130	.	.	.	.	0,2	0,9	5,1	4,1	3,3	2,7
135	.	.	.	.	0,1	0,8	5,3	4,3	3,5	2,9
140	.	.	.	.	0,1	0,6	5,5	4,5	3,7	3,0
145	.	.	.	.	0,1	0,5	5,8	4,8	3,9	3,2
150	.	.	.	.	.	0,1	6,0	5,0	4,1	3,4
cm Abtrags-höhe	10	20	30	40	50	60	0	10	20	30
	% Bodenneigung						% Boden-			
	Auftrag an der Thalseite						Abtrag an der			

XII.

Böschungsmaß n = 1,00.

und Abtrags in qm.

Bergseite be			Auftrag an der Thalseite bei							Auftrags-höhe cm
40	**50**	**60**	**0**	**10**	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**	
neigung			% Bodenneigung							
.	.	.	.	0,6	1,3	2,3	3,5	5,3	7,9	**0**
.	.	.	0.2	0,8	1,5	2,5	3,8	5,6	8,3	**5**
.	.	.	0.3	1,0	1,7	2,7	4,1	5,9	8,7	**10**
.	.	.	0.5	1,1	1,9	3,0	4,4	6,3	9,2	**15**
.	.	.	0.7	1,3	2,2	3,2	4,6	6,6	9,6	**20**
0,1	0,1	.	0.8	1,5	2,4	3,5	4,9	7,0	10,0	**25**
0,1	0,1	0,1	1,0	1,7	2,6	3,7	5,2	7,3	10,5	**30**
0,2	0,1	0,1	1,2	1,9	2,8	4,0	5,5	7,7	10,9	**35**
0,2	0,2	0,1	1,4	2,1	3,1	4,2	5,8	8,0	11,4	**40**
0,3	0,2	0,2	1,6	2,3	3,3	4,5	6,1	8,4	11,8	**45**
0,3	0,2	0,2	1,7	2,5	3,5	4,8	6,4	8,8	12,3	**50**
0,4	0,3	0,3	1,9	2,7	3,7	5,0	6,7	9,2	12,8	**55**
0,4	0,4	0,3	2,1	3,0	4,0	5,3	7,1	9,5	13,2	**60**
0,5	0,4	0,4	2,3	3,2	4,2	5,6	7,4	9,9	13,7	**65**
0,6	0,5	0,4	2,5	3,4	4,5	5,9	7,7	10,3	14,2	**70**
0,7	0,6	0,5	2,7	3,6	4,7	6,1	8,1	10,7	14,7	**75**
0,8	0,6	0,5	2,9	3,8	5,0	6,4	8,4	11,1	15,2	**80**
0,9	0,7	0,6	3,1	4,1	5,2	6,7	8,7	11,5	15,7	**85**
1,0	0,8	0,7	3,3	4,3	5,5	7,0	9,1	11,9	16,2	**90**
1,1	0,9	0,7	3,5	4.5	5,7	7,3	9,4	12,4	16,8	**95**
1,2	1,0	0,8	3,7	4,8	6,0	7,6	9,8	12,8	17,3	**100**
1,4	1,1	0,9	4,0	5,0	6,3	7,9	10,1	13,2	17,8	**105**
1,5	1,2	1,0	4,2	5,2	6,5	8,2	10,5	13,6	18,4	**110**
1,7	1,3	1,1	4,4	5,5	6,8	8,5	10,9	14,1	18,9	**115**
1,8	1,4	1,2	4,6	5,7	7,1	8,9	11,2	14,5	19,5	**120**
2,0	1,6	1,3	4,8	6,0	7,4	9,2	11,6	15,0	20,0	**125**
2,1	1,7	1,4	5,1	6,2	7,7	9,5	12,0	15,4	20,6	**130**
2,3	1,8	1,5	5,3	6,5	7,9	9,8	12,4	15,9	21,2	**135**
2,4	2,0	1,6	5,5	6,7	8,2	10,2	12,7	16,3	21,7	**140**
2,6	2,1	1,7	5,8	7,0	8,5	10,5	13,1	16,8	22,3	**145**
2,8	2,2	1,9	6,0	7,3	8,8	10,8	13,5	17,3	22,9	**150**
40	**50**	**60**	**0**	**10**	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**	cm Ab-trags-höhe
neigung			% Bodenneigung							
Thalseite			Abtrag an der Bergseite							

Tafel

Halbe Wegbreite b = 3,50 m.

Querflächen des Auf-

Auftragshöhe cm	Abtrag an der Bergseite bei						Auftrag an der			
	10	20	30	40	50	60	0	10	20	30
	% Bodenneigung						% Boden-			
0	0,7	1,5	2,6	4,1	6,1	9,2	.	.	.	.
5	0,5	1,3	2,4	3,8	5,8	8,8	0,2	.	.	.
10	0,3	1,1	2,1	3,5	5,4	8,3	0,4	0,1	.	.
15	0,2	0,9	1,9	3,3	5,2	7,9	0,5	0,1	0,1	.
20	0,1	0,8	1,7	3,0	4,8	7,5	0,7	0,2	0,1	0,1
25	0,1	0,6	1,5	2,8	4,5	7,1	0,9	0,3	0,2	0,1
30	.	0,5	1,3	2,5	4,2	6,7	1,1	0,4	0,2	0,2
35	.	0,4	1,2	2,3	3,9	6,4	1,3	0,6	0,3	0,2
40	.	0,3	1,0	2,1	3,6	6,0	1,5	0,8	0,4	0,3
45	.	0,2	0,9	1,9	3,4	5,7	1,7	1,0	0,5	0,3
50	.	0,1	0,7	1,7	3.1	5,3	1,9	1,1	0,6	0,4
55	.	0,1	0,6	1,5	2.9	5,0	2,1	1,3	0,8	0,5
60	.	.	0,5	1,3	2,6	4,7	2,3	1,5	0,9	0,6
65	.	.	0,4	1,2	2,4	4,4	2,5	1,7	1,1	0,7
70	.	.	0,3	1,0	2,3	4,1	2,7	1,9	1,2	0,8
75	.	.	0,2	0,9	2,0	3,8	2,9	2,1	1,4	0,9
80	.	.	0,1	0,8	1,8	3,5	3,1	2,3	1,6	1,1
85	.	.	0,1	0,6	1,6	3,3	3,3	2,5	1,8	1,2
90	.	.	0,1	0,5	1,4	3,0	3,6	2,7	1,9	1,3
95	.	.	.	0,4	1,3	2,8	3,8	2,9	2,1	1,5
100	.	.	.	0,3	1,1	2,5	4,0	3,1	2,3	1,7
105	.	.	.	0,3	1,0	2,3	4,2	3,3	2,5	1,8
110	.	.	.	0,2	0,8	2,1	4,5	3,5	2,7	2,0
115	.	.	.	0,1	0,7	1,9	4,7	3,7	2,9	2,2
120	.	.	.	0,1	0,6	1,7	4,9	3,9	3,1	2,4
125	.	.	.	.	0,5	1,5	5,2	4,1	3,3	2,5
130	.	.	.	.	0,4	1,3	5,4	4,3	3.5	2,7
135	.	.	.	.	0,3	1,2	5,6	4,6	3,7	2,9
140	.	.	.	.	0,2	1,0	5,9	4,8	3,9	3,1
145	.	.	.	.	0,2	0,9	6,1	5,0	4,1	3,3
150	.	.	.	.	0,1	0,7	6,4	5,2	4,3	3,5
cm Abtragshöhe	10	20	30	40	50	60	0	10	20	30
	% Bodenneigung						% Boden-			
	Auftrag an der Thalseite						Abtrag an der			

XIII.

Böschungsmaß n = 1,00.

und Abtrags in qm.

Bergseite bei			Auftrag an der Thalseite bei							Auftragshöhe
40	**50**	**60**	**0**	**10**	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**	
neigung			% Bodenneigung							cm
.	.	.	.	0,7	1,5	2,6	4,1	6,1	9,2	**0**
.	.	.	0,2	0,9	1,7	2,9	4,4	6,5	9,6	**5**
.	.	.	0,4	1,1	2,0	3,1	4,7	6,8	10,1	**10**
.	.	.	0,5	1,3	2,2	3,4	5,0	7,2	10,5	**15**
.	.	.	0,7	1,5	2,4	3,7	5,3	7,6	11,0	**20**
0,1	0,1	.	0,9	1,7	2,7	3,9	5,6	7,9	11,5	**25**
0,1	0,1	0,1	1,1	1,9	2,9	4,2	5,9	8,3	11,9	**30**
0,2	0,1	0,1	1,3	2,1	3,1	4,5	6,2	8,7	12,4	**35**
0,2	0,2	0,1	1,5	2,3	3,4	4,7	6,5	9,1	12,9	**40**
0,3	0,2	0,2	1,7	2,5	3,6	5,0	6,9	9,5	13,4	**45**
0,3	0,2	0,2	1,9	2,8	3,9	5,3	7,2	9,9	13,9	**50**
0,4	0,3	0,3	2,1	3,0	4,1	5,6	7,5	10,3	14,4	**55**
0,4	0,4	0,3	2,3	3,2	4,4	5,9	7,9	10,7	14,9	**60**
0,5	0,4	0,4	2,5	3,4	4,6	6,2	8,2	11,1	15,4	**65**
0,6	0,5	0,4	2,7	3,7	4,9	6,5	8,6	11,5	15,9	**70**
0,7	0,6	0,5	2,9	3,9	5,2	6,8	8,9	11,9	16,5	**75**
0,8	0,6	0,5	3,1	4,1	5,4	7,1	9,3	12,4	17,0	**80**
0,9	0,7	0,6	3,3	4,4	5,7	7,4	9,6	12,8	17,5	**85**
1,0	0,8	0,7	3,6	4,6	6,0	7,7	10,0	13,2	18,1	**90**
1,1	0,9	0,7	3,8	4,8	6,2	8,0	10,4	13,7	18,6	**95**
1,2	1,0	0,8	4,0	5,1	6,5	8,3	10,7	14,1	19,2	**100**
1,4	1,1	0,9	4,2	5,4	6,8	8,7	11,1	14,5	19,7	**105**
1,5	1,2	1,0	4,5	5,6	7,1	9,0	11,5	15,0	20,3	**110**
1,7	1,3	1,1	4,7	5,9	7,4	9,3	11,9	15,5	20,9	**115**
1,8	1,4	1,2	4,9	6,1	7,7	9,7	12,3	16,0	21,5	**120**
2,0	1,6	1,3	5,2	6,4	8,0	10,0	12,7	16,4	22,1	**125**
2,1	1,7	1,4	5,4	6,7	8,3	10,3	13,1	16,9	22,7	**130**
2,3	1,8	1,5	5,6	6,9	8,6	10,7	13,5	17,4	23,3	**135**
2,4	2,0	1,6	5,9	7,2	8,9	11,0	13,9	17,9	23,9	**140**
2,6	2,1	1,7	6,1	7,5	9,2	11,4	14,3	18,4	24,5	**145**
2,8	2,2	1,9	6,4	7,8	9,5	11,7	14,7	18,9	25,1	**150**
40	**50**	**60**	**0**	**10**	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**	cm
neigung			% Bodenneigung							Abtragshöhe
Thalseite			Abtrag an der Bergseite							

Tafel

Halbe Wegbreite b = 3,75 m.

Querflächen des Auf-

Auftragshöhe cm	Abtrag an der Bergseite bei						Auftrag an der			
	10	20	30	40	50	60	0	10	20	30
	% Bodenneigung						% Boden-			
0	0,8	1,8	3,0	4,7	7,0	10,5	.	.	.	.
5	0,6	1,5	2,7	4,4	6,7	10,1	0,2	.	.	.
10	0,4	1,3	2,5	4,1	6,3	9,6	0,4	0,1	.	.
15	0.3	1,1	2,3	3,8	6,0	9,2	0,6	0,1	0,1	.
20	0,2	0,9	2,0	3,5	5,6	8,8	0,8	0,2	0,1	0,1
25	0,1	0,8	1,8	3,3	5,3	8,3	1,0	0,3	0,2	0,1
30	.	0,6	1,6	3,0	5,0	7,9	1,2	0,4	0,2	0,2
35	.	0,5	1,4	2,8	4,7	7,5	1,4	0,6	0,3	0,2
40	.	0,4	1,3	2,5	4,4	7,1	1,6	0,8	0,4	0,3
45	.	0,3	1,1	2,3	4,1	6,8	1,8	1,0	0,5	0,3
50	.	0,2	0,9	2,1	3,8	6,4	2,0	1,2	0,6	0,4
55	.	0,1	0,8	1,9	3,5	6,0	2,2	1,4	0,8	0,5
60	.	0,1	0,7	1,7	3,3	5,7	2,4	1,6	0,9	0,6
65	.	.	0,5	1,5	3,0	5,3	2,6	1,8	1,1	0,7
70	.	.	0,4	1,3	2,8	5,0	2,9	2,0	1,2	0,8
75	.	.	0,3	1,2	2,5	4,7	3,1	2,2	1,4	0,9
80	.	.	0,3	1,0	2,3	4,4	3,3	2,4	1,6	1,1
85	.	.	0,2	0,9	2,1	4,1	3,5	2.6	1,8	1,2
90	.	.	0,1	0,7	1,9	3,8	3,8	2,8	2,0	1,3
95	.	.	0,1	0,6	1,7	3,5	4,0	3,0	2,2	1,5
100	.	.	.	0,5	1,5	3,3	4,2	3,2	2,4	1,7
105	.	.	.	0,4	1,4	3,0	4,5	3,4	2,6	1,8
110	.	.	.	0,3	1,2	2,8	4,7	3,7	2,8	2,0
115	.	.	.	0,3	1,0	2,5	5,0	3,9	3,0	2,2
120	.	.	.	0,2	0,9	2,3	5,2	4,1	3,2	2,4
125	.	.	.	0,1	0,8	2,1	5,5	4,3	3,4	2,6
130	.	.	.	0,1	0,7	1,9	5,7	4,6	3,6	2,8
135	.	.	.	.	0,6	1,7	6,0	4,8	3,8	3,0
140	.	.	.	.	0,5	1,5	6,2	5,0	4,0	3,2
145	.	.	.	.	0,4	1,3	6,5	5,3	4,2	3,4
150	.	.	.	.	0,3	1,2	6,7	5,5	4,4	3,6
cm Abtragshöhe	10	20	30	40	50	60	0	10	20	30
	% Bodenneigung						% Boden-			
	Auftrag an der Thalseite						Abtrag an der			

XIV.

Böschungsmaß n = 1,00.

und Abtrags in qm.

Bergseite bei			Auftrag an der Thalseite bei							Auftragshöhe
40	**50**	**60**	**0**	**10**	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**	
neigung			% Bodenneigung							cm
.	.	.	.	0,8	1,8	3,0	4,7	7,0	10,5	**0**
.	.	.	0,2	1,0	2,0	3,3	5,0	7,4	11,0	**5**
.	.	.	0,4	1,2	2,2	3,6	5,3	7,8	11,5	**10**
.	.	.	0,6	1,4	2,5	3,8	5,6	8,2	12,0	**15**
.	.	.	0,8	1,6	2,7	4,1	6,0	8,6	12,5	**20**
0,1	0,1	.	1,0	1,9	3,0	4,4	6,3	9,0	13,0	**25**
0,1	0,1	0,1	1,2	2,1	3,2	4,7	6,6	9,4	13,5	**30**
0,2	0,1	0,1	1,4	2,3	3,5	5,0	7,0	9,8	14,0	**35**
0,2	0,2	0,1	1,6	2,5	3,7	5,3	7,3	10,2	14,5	**40**
0,3	0,2	0,2	1,8	2,8	4,0	5,6	7,7	10,6	15,0	**45**
0,3	0,2	0,2	2,0	3,0	4,3	5,9	8,0	11,0	15,5	**50**
0,4	0,3	0,3	2,2	3,2	4,5	6,2	8,4	11,5	16,1	**55**
0,4	0,3	0,3	2,4	3,5	4,8	6,5	8,7	11,9	16,6	**60**
0,5	0,4	0,4	2,6	3,7	5,1	6,8	9,1	12,3	17,2	**65**
0,6	0,5	0,4	2,9	4,0	5,3	7,1	9,5	12,8	17,7	**70**
0,7	0,6	0,5	3,1	4,2	5,6	7,4	9,8	13,2	18,3	**75**
0,8	0,6	0,5	3,3	4,5	5,9	7,8	10,2	13,7	18,8	**80**
0,9	0,7	0,6	3,5	4,7	6,2	8,1	10,6	14,1	19,4	**85**
1,0	0,8	0,7	3,8	5,0	6,5	8,4	11,0	14,6	20,0	**90**
1,1	0,9	0,7	4,0	5,2	6,8	8,7	11 4	15,1	20,6	**95**
1,2	1,0	0,8	4,2	5,5	7,1	9,1	11,8	15,5	21,2	**100**
1,4	1,1	0,9	4,5	5,8	7,4	9,4	12,2	16,0	21,8	**105**
1,5	1,2	1,0	4,7	6,0	7,7	9,8	12,6	16,5	22,4	**110**
1,6	1,3	1,1	5,0	6,3	8,0	10,1	13,0	17,0	23,0	**115**
1,8	1,4	1,2	5,2	6,6	8,3	10,5	13,4	17,5	23,6	**120**
2,0	1,6	1,3	5,5	6,9	8,6	10,8	13,8	18,0	24,2	**125**
2,1	1,7	1,4	5,7	7,1	8,9	11,2	14,2	18,5	24,8	**130**
2,3	1,8	1,5	6,0	7,4	9,2	11,5	14,6	19,0	25,5	**135**
2,4	2,0	1,6	6,2	7,7	9,5	11,9	15,1	19,5	26,1	**140**
2,6	2,1	1,7	6,5	8,0	9,9	12,3	15,5	20,0	26,8	**145**
2,8	2,2	1,9	6,7	8,3	10,2	12,7	15,9	20,5	27,4	**150**
40	**50**	**60**	**0**	**10**	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**	cm
neigung			% Bodenneigung							
Thalseite			Abtrag an der Bergseite							Abtragshöhe

Tafel

Halbe Wegbreite b = 4,00 m.

Querflächen des Auf-

Auftragshöhe cm	Abtrag an der Bergseite bei						Auftrag an der			
	10	20	30	40	50	60	0	10	20	30
	% Bodenneigung						% Boden-			
0	0,9	2,0	3,4	5,3	8,0	12,0	.	.	.	.
5	0,7	1,8	3,2	5,0	7,6	11,5	0,2	.	.	.
10	0,5	1,5	2,9	4,7	7,2	11,0	0,4	0,1	.	.
15	0,3	1,3	2,6	4,4	6,8	10,5	0,6	0,1	0,1	.
20	0,2	1,1	2,4	4,1	6,5	10,1	0,8	0,2	0,1	0,1
25	0,1	0,9	2,2	3,8	6,1	9,6	1,0	0,3	0,2	0,1
30	0,1	0,8	1,9	3,5	5,8	9,2	1,2	0,4	0,2	0.2
35	.	0,6	1,7	3,3	5,5	8,8	1,5	0,6	0,3	0,2
40	.	0,5	1,5	3,0	5,1	8,3	1,7	0,8	0,4	0,3
45	.	0,4	1,3	2,8	4,8	7,9	1,9	1,0	0,5	0,3
50	.	0,3	1,2	2,5	4,5	7,5	2,1	1,2	0,6	0,4
55	.	0,2	1,0	2,3	4,2	7,1	2,4	1,4	0,8	0,5
60	.	0,1	0,9	2,1	3,9	6,7	2,6	1,6	0,9	0,6
65	.	0,1	0,7	1,9	3,6	6,4	2,8	1,8	1,1	0,7
70	.	.	0,6	1,7	3,4	6,0	3,0	2,0	1,2	0,8
75	.	.	0,5	1,5	3,1	5,6	3,3	2,2	1,4	0,9
80	.	.	0,4	1,3	2,9	5,3	3,5	2,5	1,6	1,1
85	.	.	0,3	1,2	2,6	5,0	3,8	2,7	1,8	1,2
90	.	.	0,2	1,0	2,4	4,7	4,0	2,9	2,0	1,3
95	.	.	0,2	0,9	2,2	4,4	4,3	3,1	2,2	1,5
100	.	.	0,1	0,7	2,0	4,1	4,5	3,4	2,4	1,7
105	.	.	0,1	0,6	1,8	3,8	4,8	3,6	2,6	1,8
110	.	.	.	0,5	1,6	3,5	5,0	3,8	2,8	2,0
115	.	.	.	0,4	1,4	3,3	5,3	4,1	3,0	2,2
120	.	.	.	0,3	1,3	3,0	5,5	4,3	3,3	2,4
125	.	.	.	0,3	1,1	2,8	5,8	4,5	3,5	2,6
130	.	.	.	0,2	1,0	2,5	6,0	4,8	3,7	2,8
135	.	.	.	0,1	0,8	2,3	6,3	5,0	3,9	3,0
140	.	.	.	0,1	0,7	2,1	6,6	5,3	4,2	3,2
145	.	.	.	.	0,6	1,9	6,9	5,5	4,4	3,4
150	.	.	.	.	0,5	1,7	7,1	5,8	4,6	3,6
cm Abtragshöhe	10	20	30	40	50	60	0	10	20	30
	% Bodenneigung						% Boden-			
	Auftrag an der Thalseite						Abtrag an der			

XV.

Böschungsmaß n = 1,00

und Abtrags in qm.

Bergseite bei			Auftrag an der Thalseite bei							Auftragshöhe cm
40	**50**	**60**	**0**	**10**	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**	
neigung			% Bodenneigung							
.	.	.	.	0,9	2,0	3,4	5,3	8,0	12,0	**0**
.	.	.	0,2	1,1	2,3	3,7	5,7	8,4	12,5	**5**
.	.	.	0,4	1,3	2,5	4,0	6,0	8,8	13,0	**10**
.	.	.	0,6	1,6	2,8	4,3	6,3	9,2	13,5	**15**
.	.	.	0,8	1,8	3,0	4,6	6,7	9,6	14,0	**20**
0,1	0,1	.	1,0	2,0	3,3	4,9	7,1	10,1	14,6	**25**
0,1	0,1	0,1	1,2	2,3	3,6	5,2	7,4	10,5	15,1	**30**
0,2	0,1	0,1	1,5	2,5	3,8	5,5	7,8	10,9	15,6	**35**
0,2	0,2	0,1	1,7	2,8	4,1	5,8	8,1	11,4	16,2	**40**
0,3	0,2	0,2	1,9	3,0	4,4	6,1	8,5	11,8	16,8	**45**
0,3	0,2	0,2	2,1	3,3	4,7	6,5	8,9	12,2	17,3	**50**
0,4	0,3	0,3	2,4	3,5	4,9	6,8	9,2	12,7	17,9	**55**
0,4	0,4	0,3	2,6	3,8	5,2	7,1	9,6	13,2	18,4	**60**
0,5	0,4	0,4	2,8	4,0	5,5	7,4	10,0	13,6	19,0	**65**
0,6	0,5	0,4	3,0	4,3	5,8	7,8	10,4	14,1	19,6	**70**
0,7	0,6	0,5	3,3	4,5	6,1	8,1	10,8	14,6	20,2	**75**
0,8	0,6	0,5	3,5	4,8	6,4	8,5	11,2	15,0	20,8	**80**
0,9	0,7	0,6	3,8	5,1	6,7	8,8	11,6	15,5	21,4	**85**
1,0	0,8	0,7	4,0	5,3	7,0	9,2	12,0	16,0	22,0	**90**
1,1	0,9	0,7	4,3	5,6	7,3	9,5	12,4	16,5	22,6	**95**
1,2	1,0	0,8	4,5	5,9	7,6	9,9	12,8	17,0	23,2	**100**
1,4	1,1	0,9	4,8	6,2	7,9	10,2	13,2	17,5	23,9	**105**
1,5	1,2	1,0	5,0	6,4	8,3	10,6	13,7	18,0	24,5	**110**
1,6	1,3	1,1	5,3	6,7	8,6	10,9	14,1	18,5	25,2	**115**
1,8	1,4	1,2	5,5	7,0	8,9	11,3	14,5	19,0	25,8	**120**
2,0	1,6	1,3	5,8	7,3	9,2	11,7	15,0	19,6	26,5	**125**
2,1	1,7	1,4	6,0	7,6	9,6	12,1	15,4	20,1	27,1	**130**
2,3	1,8	1,5	6,3	7,9	9,9	12,4	15,9	20,6	27,8	**135**
2,4	2,0	1,6	6,6	8,2	10,2	12,8	16,3	21,2	28,4	**140**
2,6	2,1	1,7	6,9	8,5	10,6	13,2	16,7	21,7	29,1	**145**
2,8	2,2	1,9	7,1	8,8	10,9	13,6	17,2	22,2	29,8	**150**
40	**50**	**60**	**0**	**10**	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**	cm Abtragshöhe
neigung			% Bodenneigung							
Thalseite			Abtrag an der Bergseite							

Tafel
Grund-
für die Berechnung der Auf-

Formeln	für Abtrag an der Berg- und Auftrag an der Thalseite — Zahlenwerte bei 10 % Bodenneigung	20	30	40	50	60
						n =
$m - n$	9,5000	4,5000	2,8333	2,0000	1,5000	1,1667
$\frac{1}{2(m-n)}$	0,0526	0,1111	0,1765	0,2500	0,3333	0,4286
$\frac{m}{m-n}$	1,0526	1,1111	1,1765	1,2500	1,3333	1,4286
$\frac{m^2}{2(m-n)}$	5,2632	2,7778	1,9607	1,5625	1,3333	1,1905
$\frac{m\,n}{2(m-n)}$	0,2632	0,2778	0,2941	0,3125	0,3333	0,3571
						n =
$m - n$	9,2500	4,2500	2,5833	1,7500	1,2500	0,9167
$\frac{1}{2(m-n)}$	0,0541	0,1176	0,1935	0,2857	0,4000	0,5455
$\frac{m}{m-n}$	1,0811	1,1765	1,2904	1,4286	1,6000	1,8182
$\frac{m^2}{2(m-n)}$	5,4054	2,9412	2,1505	1,7857	1,6000	1,5151
$\frac{m\,n}{2(m-n)}$	0,4054	0,4412	0,4839	0,5357	0,6000	0,6818
						n =
$m - n$	9,0000	4,0000	2,3333	1,5000	1,0000	0,6667
$\frac{1}{2(m-n)}$	0,0556	0,1250	0,2143	0,3333	0,5000	0,7500
$\frac{m}{m-n}$	1,1111	1,2500	1,4286	1,6667	2,0000	2,5000
$\frac{m^2}{2(m-n)}$	5,5556	3,1250	2,3810	2,0833	2,0000	2,0833
$\frac{m\,n}{2(m-n)}$	0,5556	0,6250	0,7143	0,8333	1,0000	1,2500
						n =
$m - n$	8,7500	3,7500	2,0833	1,2500	0,7500	0,4167
$\frac{1}{2(m-n)}$	0,0571	0,1333	0,2400	0,4000	0,6667	1,2000
$\frac{m}{m-n}$	1,1429	1,3333	1,6000	2,0000	2,6667	4,0000
$\frac{m^2}{2(m-n)}$	5,7143	3,3333	2,6667	2,5000	2,6667	3,3333
$\frac{m\,n}{2(m-n)}$	0,7143	0,8333	1,0000	1,2500	1,6667	2,5000
						n =
$m - n$	8,5000	3,5000	1,8333	1,0000	0,5000	0,1667
$\frac{1}{2(m-n)}$	0,0588	0,1429	0,2727	0,5000	1,0000	3,0000
$\frac{m}{m-n}$	1,1765	1,4286	1,8182	2,5000	4,0000	10,0000
$\frac{m^2}{2(m-n)}$	5,8824	3,5714	3,0303	3,1250	4,0000	8,3333
$\frac{m\,n}{2(m-n)}$	0,8824	1,0714	1,3636	1,8750	3,0000	7,5000

XVI.
Factoren
und Abtrags-Querflächen

für Auftrag an der Berg- und Abtrag an der Thalseite						
Formeln	Zahlenwerte bei					
	10	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**
	% Bodenneigung					
0,50						
$m + n$	10,5000	5,5000	3,8333	3,0000	2,5000	2,1667
$\frac{1}{2(m+n)}$	0,0476	0,0909	0,1304	0,1667	0,2000	0,2308
$\frac{m}{m+n}$	0,9524	0,9091	0,8696	0,8333	0,8000	0,7692
$\frac{m\,n}{2(m+n)}$	0,2381	0,2273	0,2174	0,2083	0,2000	0,1923
0,75						
$m + n$	10,7500	5,7500	4,0833	3,2500	2,7500	2,4167
$\frac{1}{2(m+n)}$	0,0465	0,0870	0,1224	0,1538	0,1818	0,2069
$\frac{m}{m+n}$	0,9302	0,8696	0,8163	0,7692	0,7273	0,6896
$\frac{m\,n}{2(m+n)}$	0,3488	0,3261	0,3061	0,2885	0,2727	0,2586
1,00						
$m + n$	11,0000	6,0000	4,3333	3,5000	3,0000	2,6667
$\frac{1}{2(m+n)}$	0,0455	0,0833	0,1154	0,1429	0,1667	0,1875
$\frac{m}{m+n}$	0,9091	0,8333	0,7692	0,7143	0,6667	0,6250
$\frac{m\,n}{2(m+n)}$	0,4545	0,4167	0,3846	0,3571	0,3333	0,3125
1,25						
$m + n$	11,2500	6,2500	4,5833	3,7500	3,2500	2,9167
$\frac{1}{2(m+n)}$	0,0444	0,0800	0,1091	0,1333	0,1538	0,1714
$\frac{m}{m+n}$	0,8888	0,8000	0,7273	0,6667	0,6154	0,5714
$\frac{m\,n}{2(m+n)}$	0,5555	0,5000	0,4545	0,4167	0,3846	0,3571
1,50						
$m + n$	11,5000	6,5000	4,8333	4,0000	3,5000	3,1667
$\frac{1}{2(m+n)}$	0,0435	0,0769	0,1034	0,1250	0,1429	0,1579
$\frac{m}{m+n}$	0,8696	0,7692	0,6896	0,6250	0,5714	0,5263
$\frac{m\,n}{2(m+n)}$	0,6522	0,5769	0,5172	0,4687	0,4286	0,3947

Formular zur

Stationen	Höhe des		Querfläche des		Abstand der Stationen m
	Auftrags cm	Abtrags cm	Auftrags qm	Abtrags qm	

Erdmassen-Berechnung.

Erdmassen		Summe der Erdmassen		Fehlbetrag		Transportweite m
Auftrag cbm	Abtrag cbm	Auftrag cbm	Abtrag cbm	cbm	zu decken aus dem Überschuß der Strecke	

Formular zur

Stationen	Höhe des		Querfläche des		Abstand der Stationen m
	Auftrags cm	Abtrags cm	Auftrags qm	Abtrags qm	

Erdmassen-Berechnung.

Erdmassen		Summe der Erdmassen		Fehlbetrag		Transportweite m
Auftrag cbm	Abtrag cbm	Auftrag cbm	Abtrag cbm	cbm	zu decken aus dem Überschuß der Strecke	

Formular zur

Stationen	Höhe des		Querfläche des		Abstand der Stationen m
	Auftrags cm	Abtrags cm	Auftrags qm	Abtrags qm	

Erdmassen-Berechnung.

Erdmassen		Summe der Erdmassen		Fehlbetrag		Transportweite m
Auftrag cbm	Abtrag cbm	Auftrag cbm	Abtrag cbm	cbm	zu decken aus dem Überschuß der Strecke	

Formular zur

Stationen	Höhe des		Querfläche des		Abstand der Stationen m
	Auftrags cm	Abtrags cm	Auftrags qm	Abtrags qm	

Erdmassen-Berechnung.

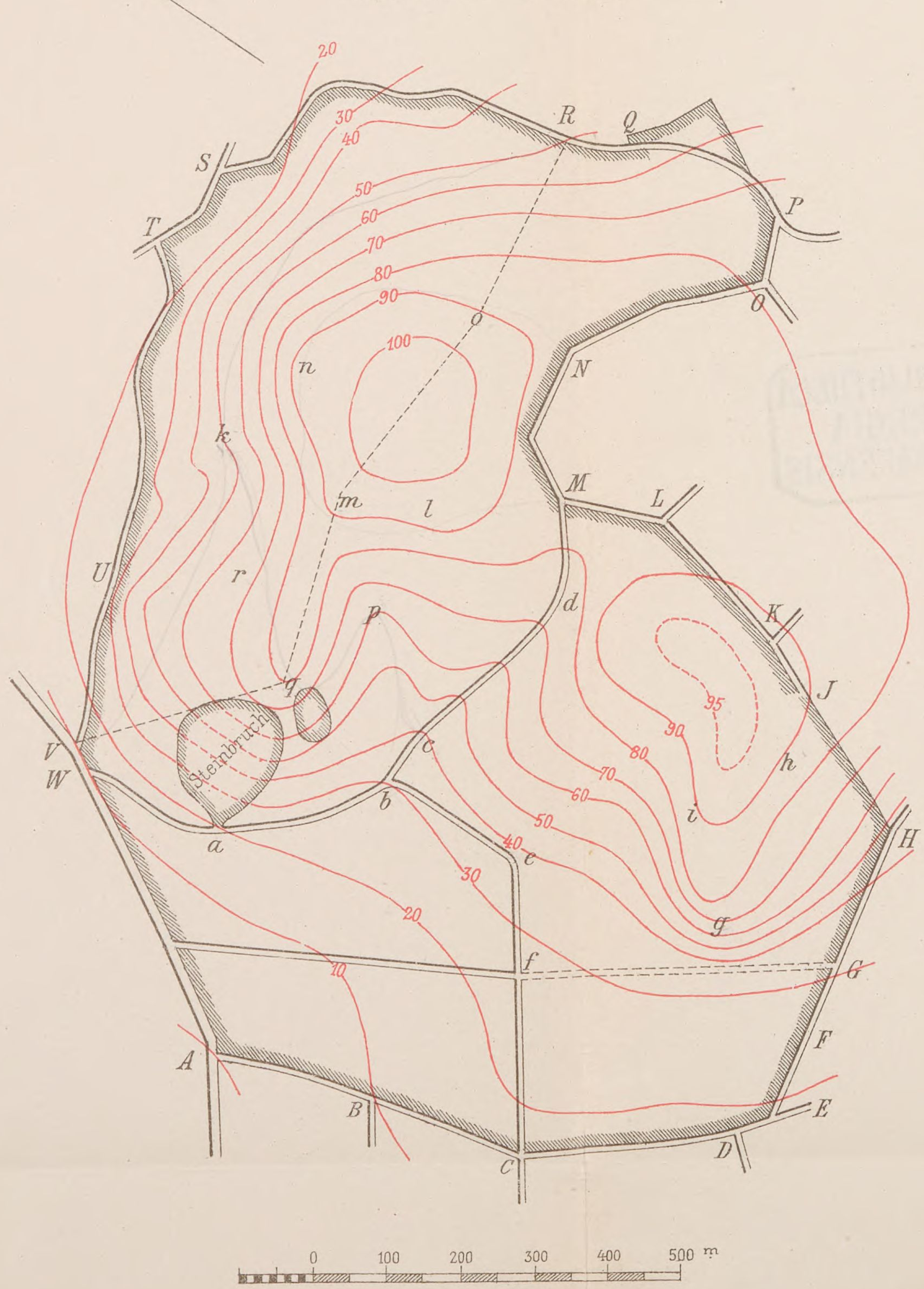
Erdmassen		Summe der Erdmassen		Fehlbetrag		Transport-weite m
Auftrag cbm	Abtrag cbm	Auftrag cbm	Abtrag cbm	cbm	zu decken aus dem Überschuß der Strecke	

K. und k. Hofbuchdruckerei Karl Prochaska in Teschen.

Fig. 1.

Gieſsener Stadtwald; Distr. Hangelstein.

Maſsstab = 1 : 10.000.



Lith. Anst. v. Th. Bannwarth Wien.

Fig. 2.

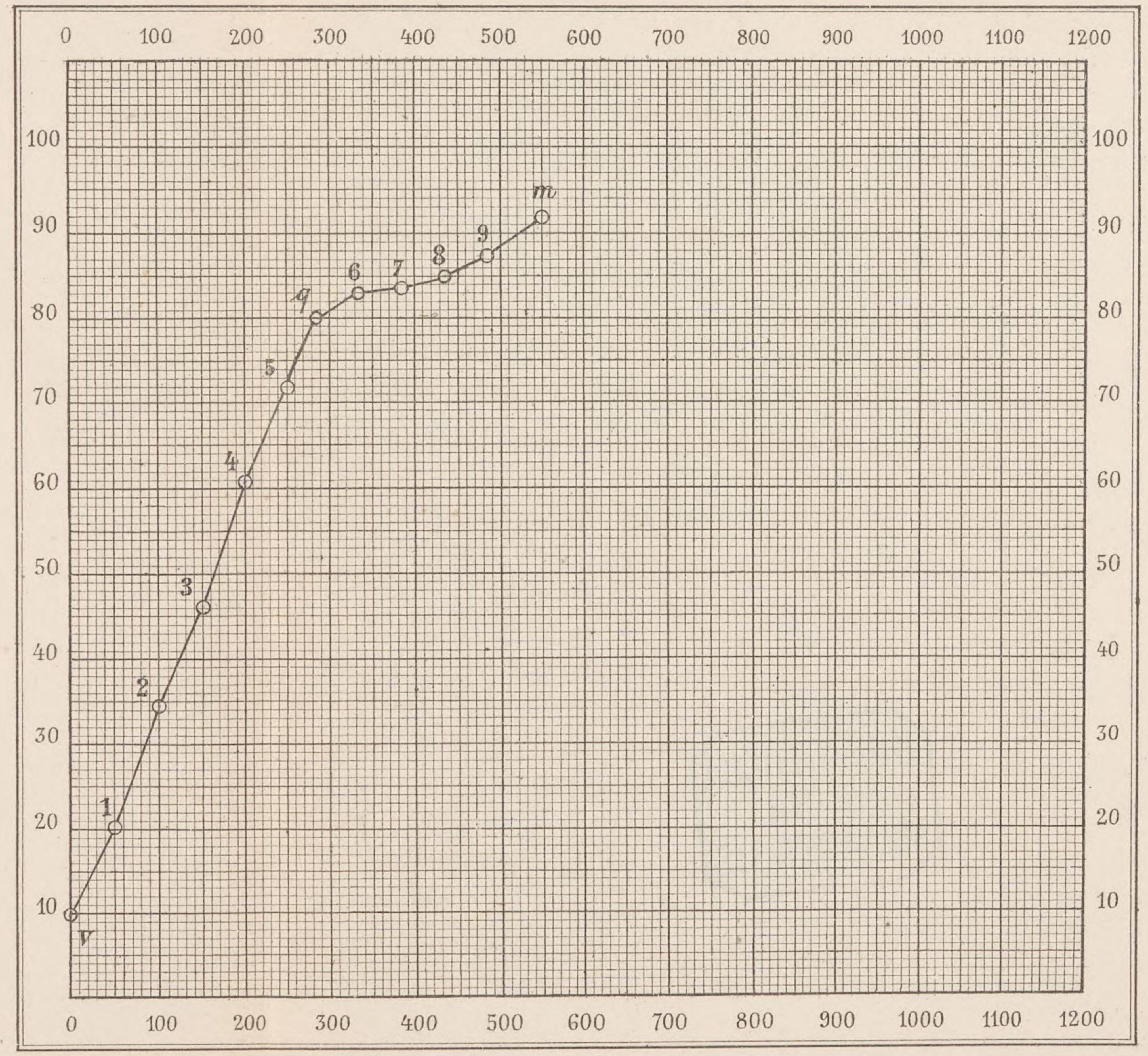


Fig. 6.

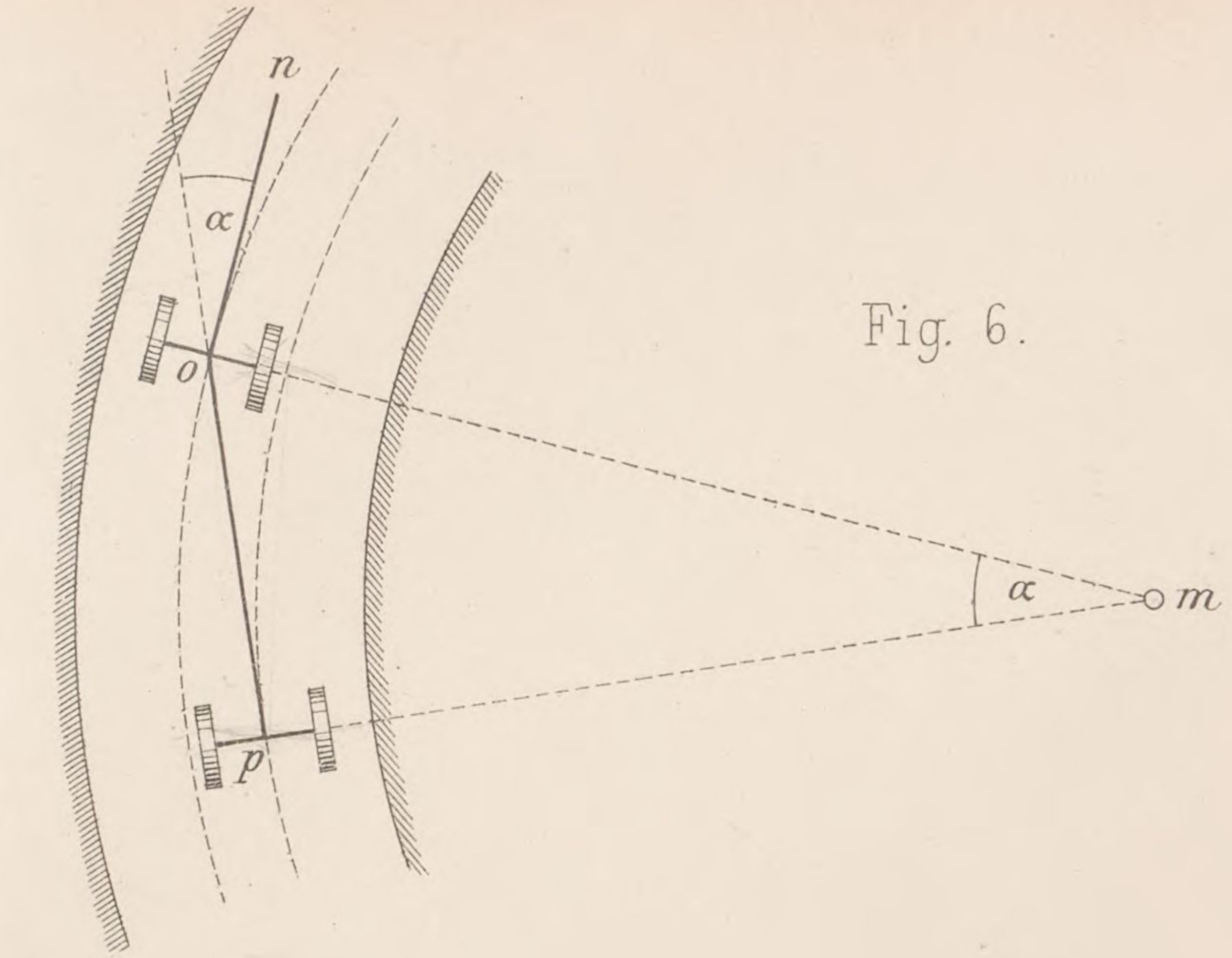


Fig. 7.

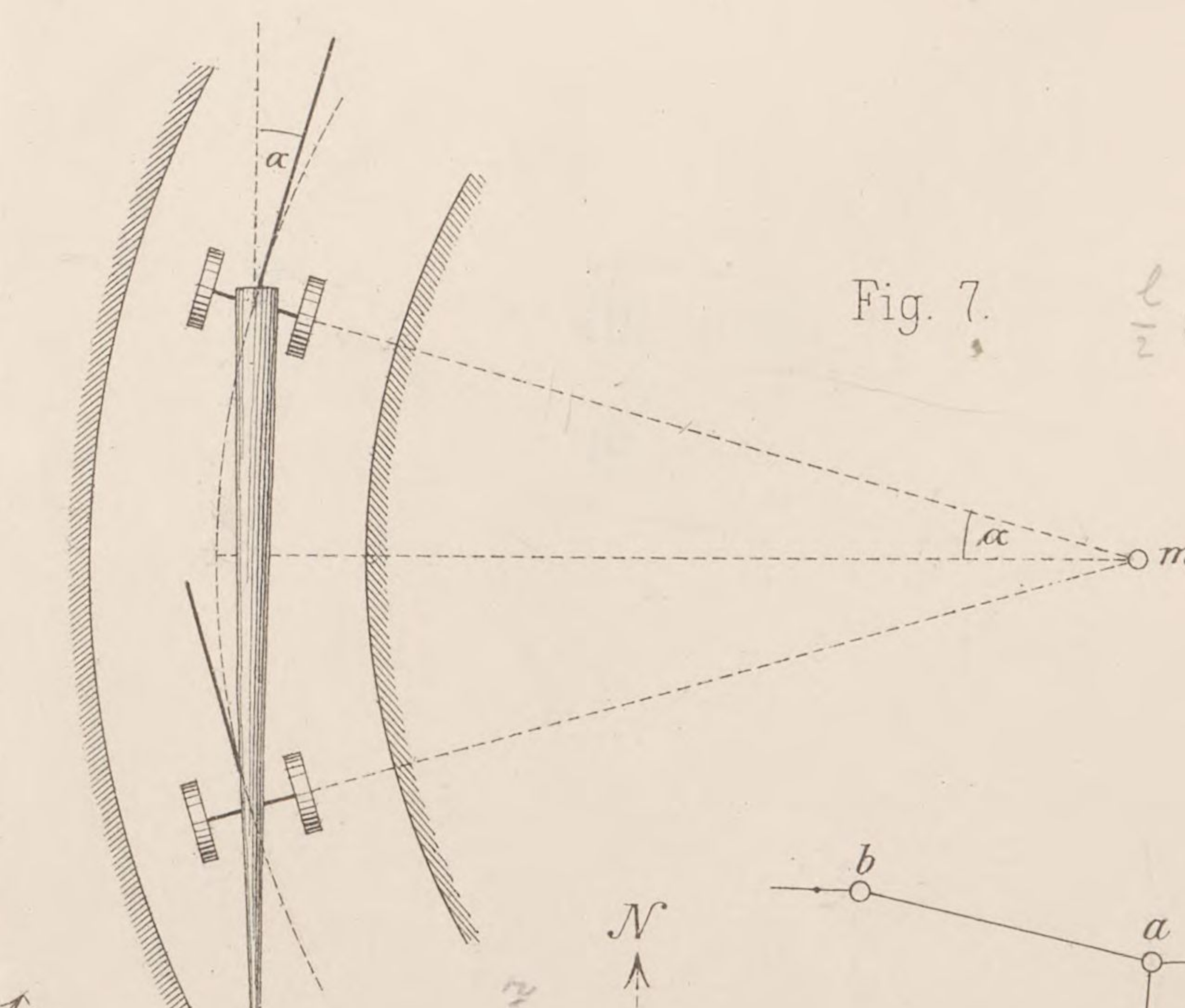


Fig. 3.

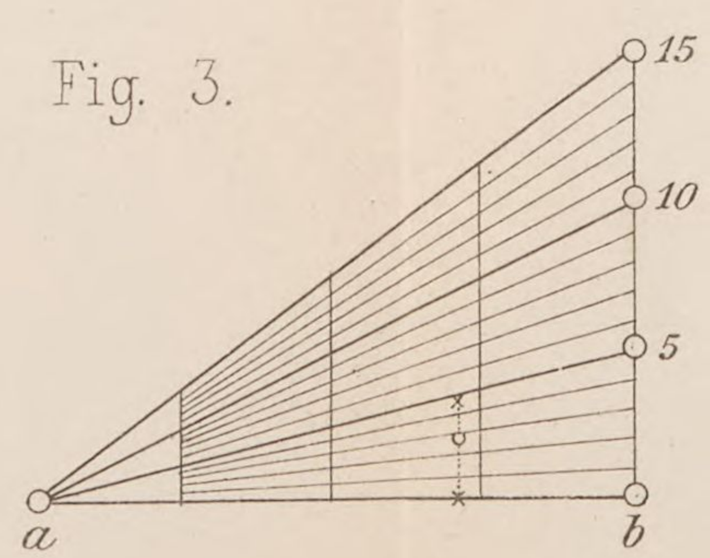


Fig. 4.

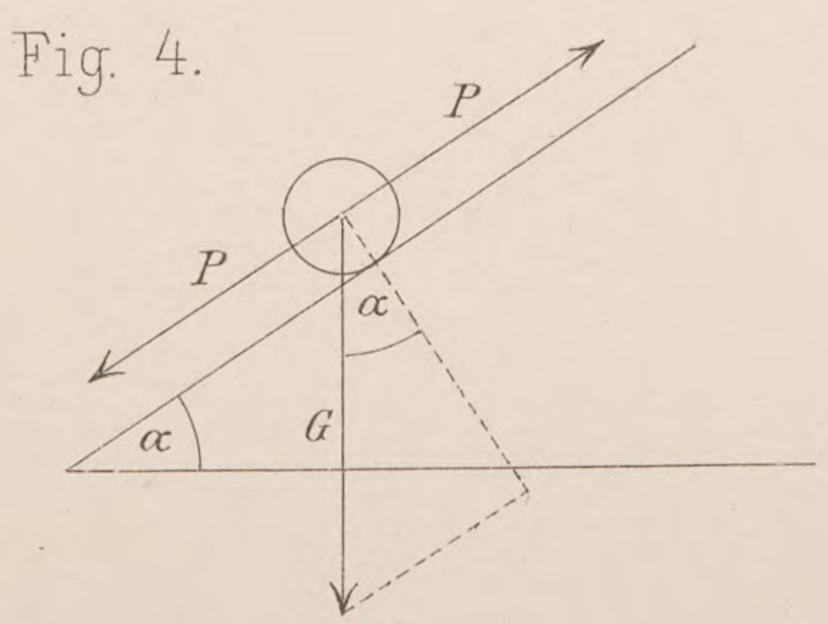


Fig. 5.

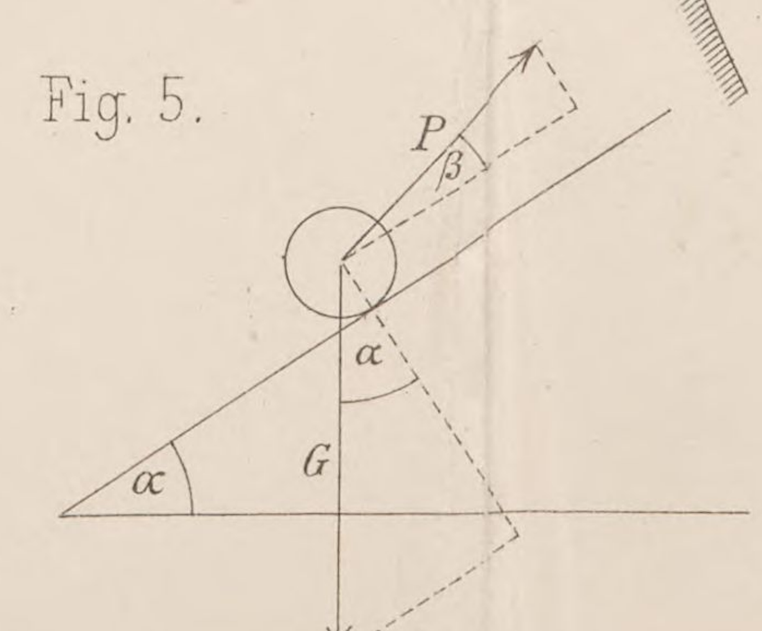
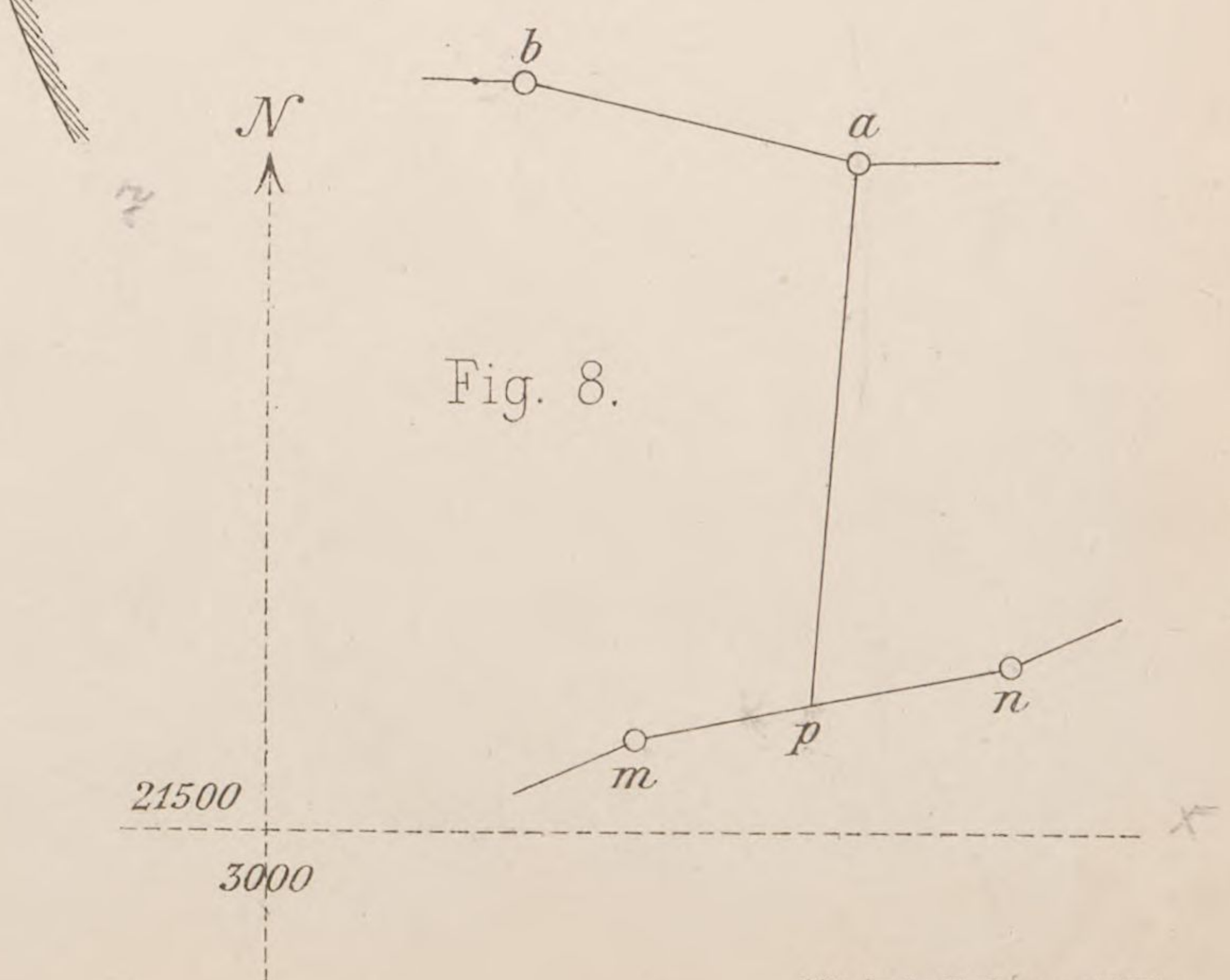


Fig. 8.



Lith.Anst.v.Th.Bannwarth Wien.

Fig. 9.

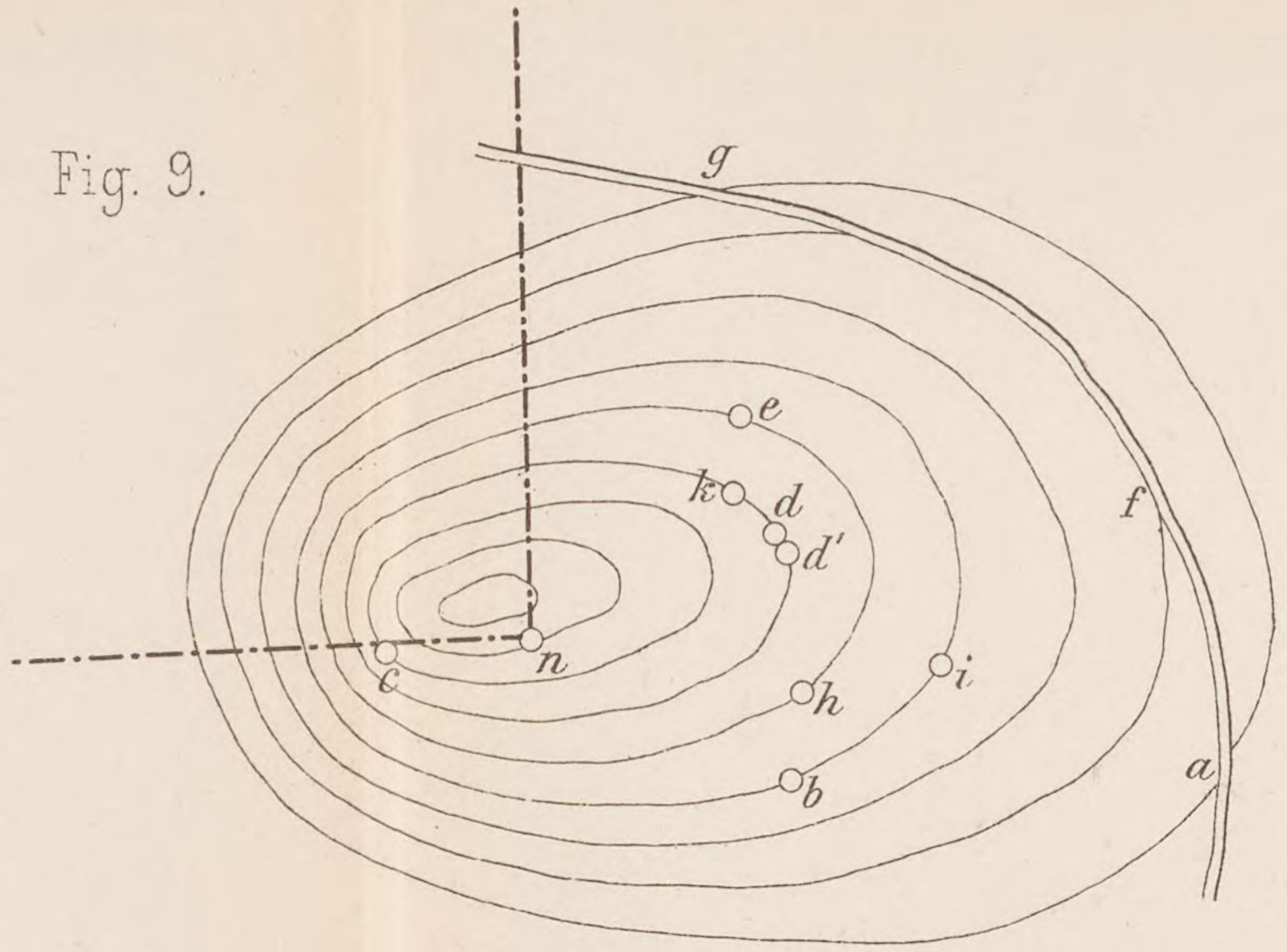


Fig. 10.

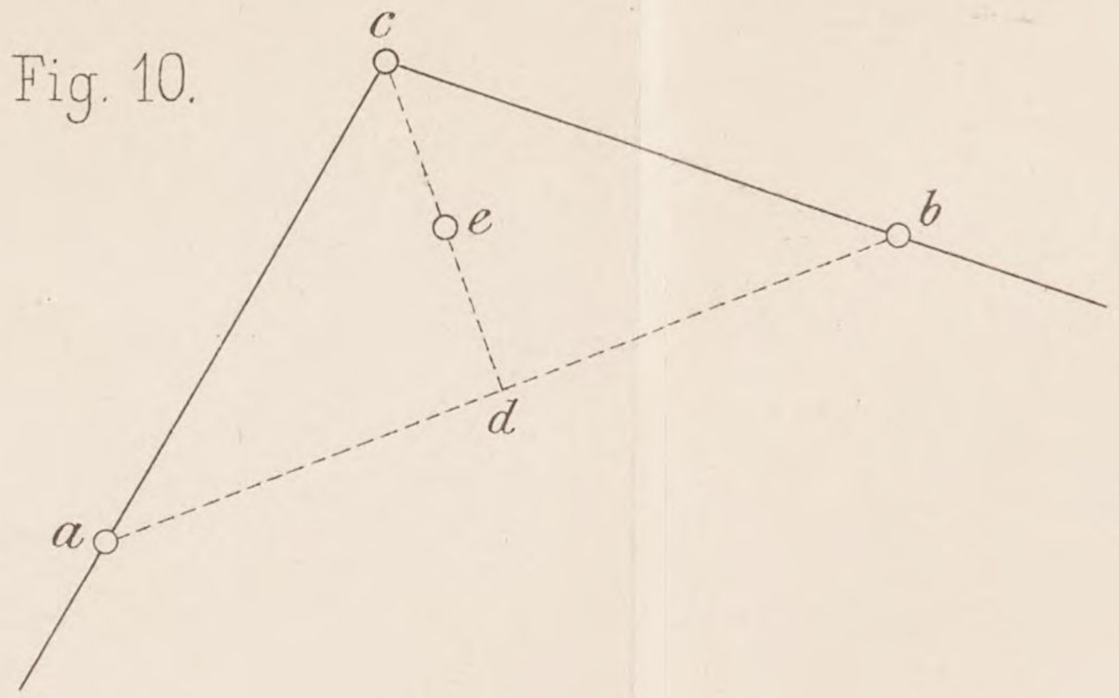


Fig. 11.

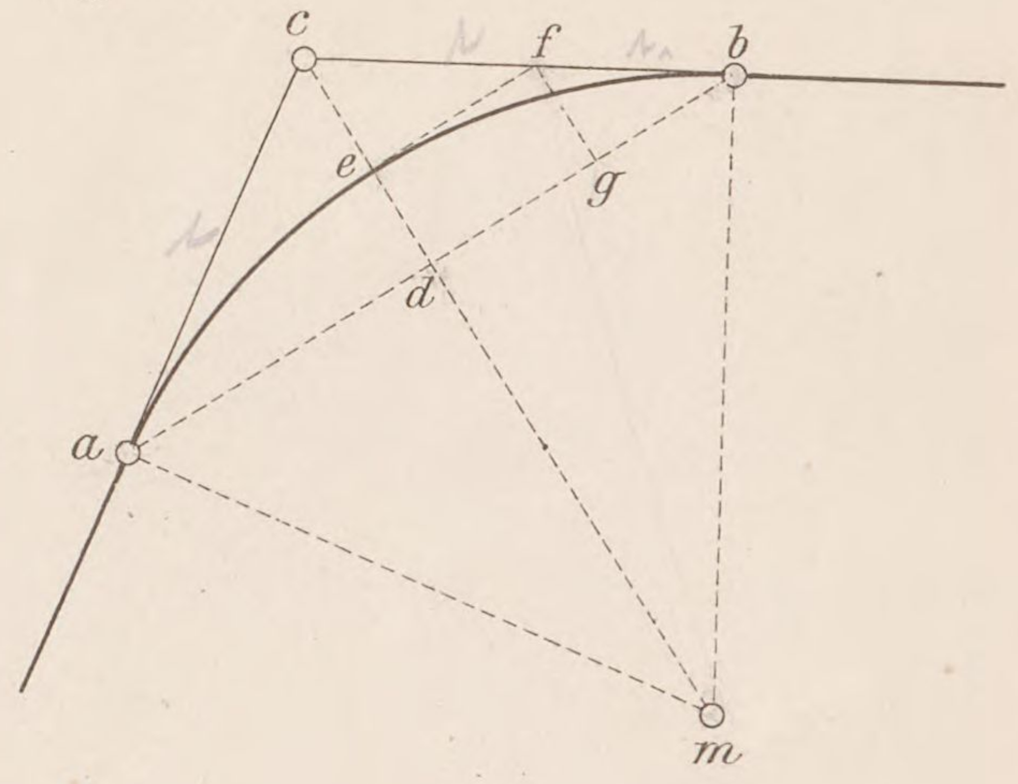


Fig. 12.

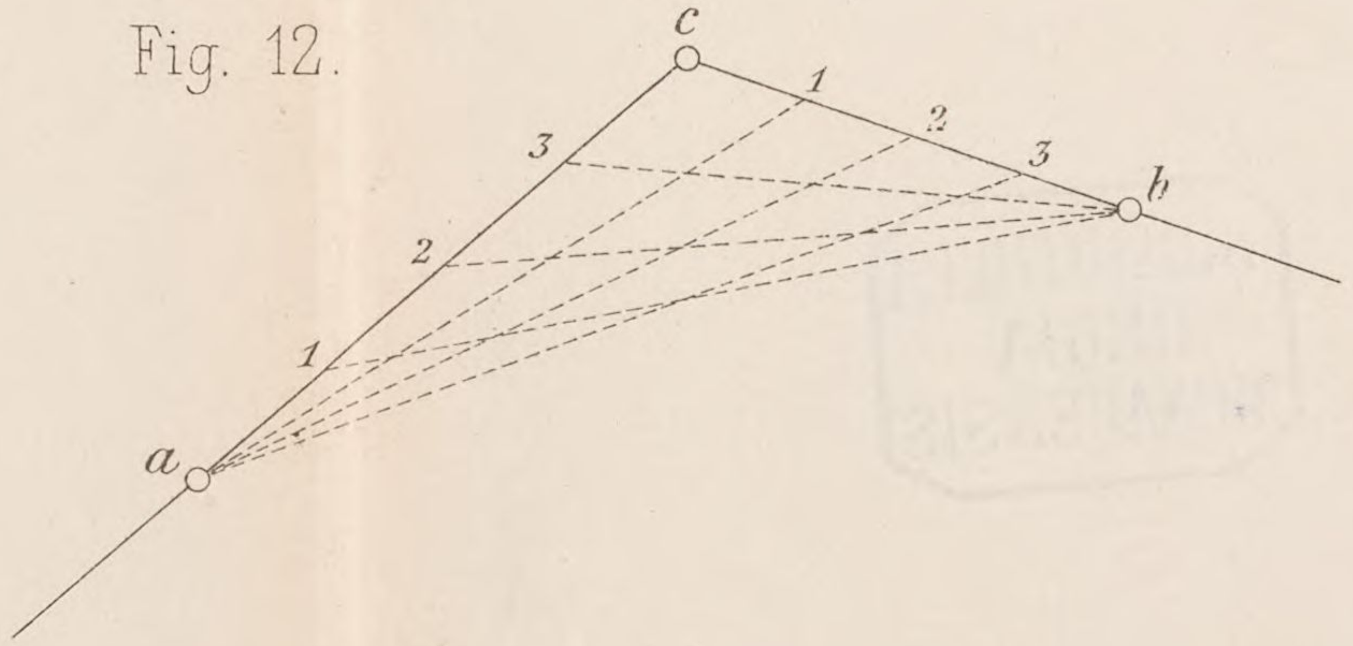


Fig. 14.

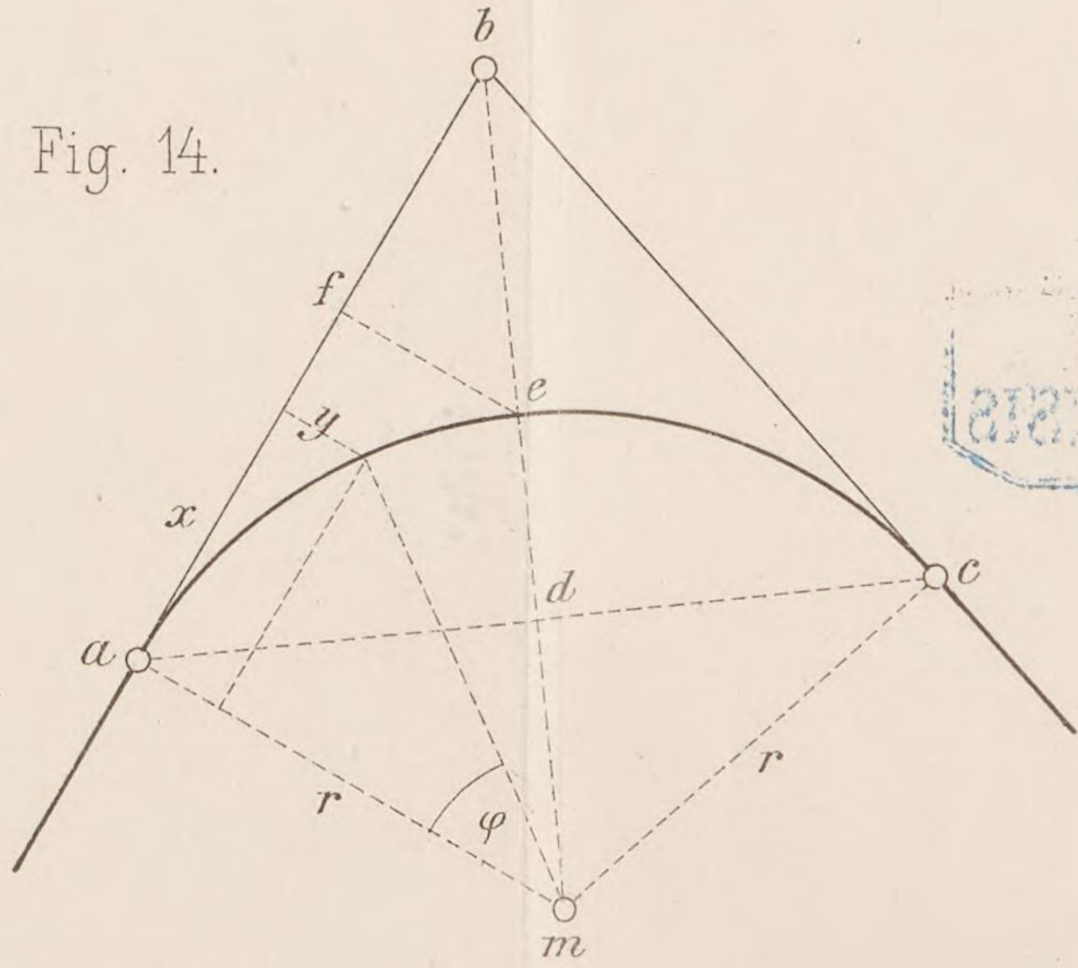


Fig. 15.

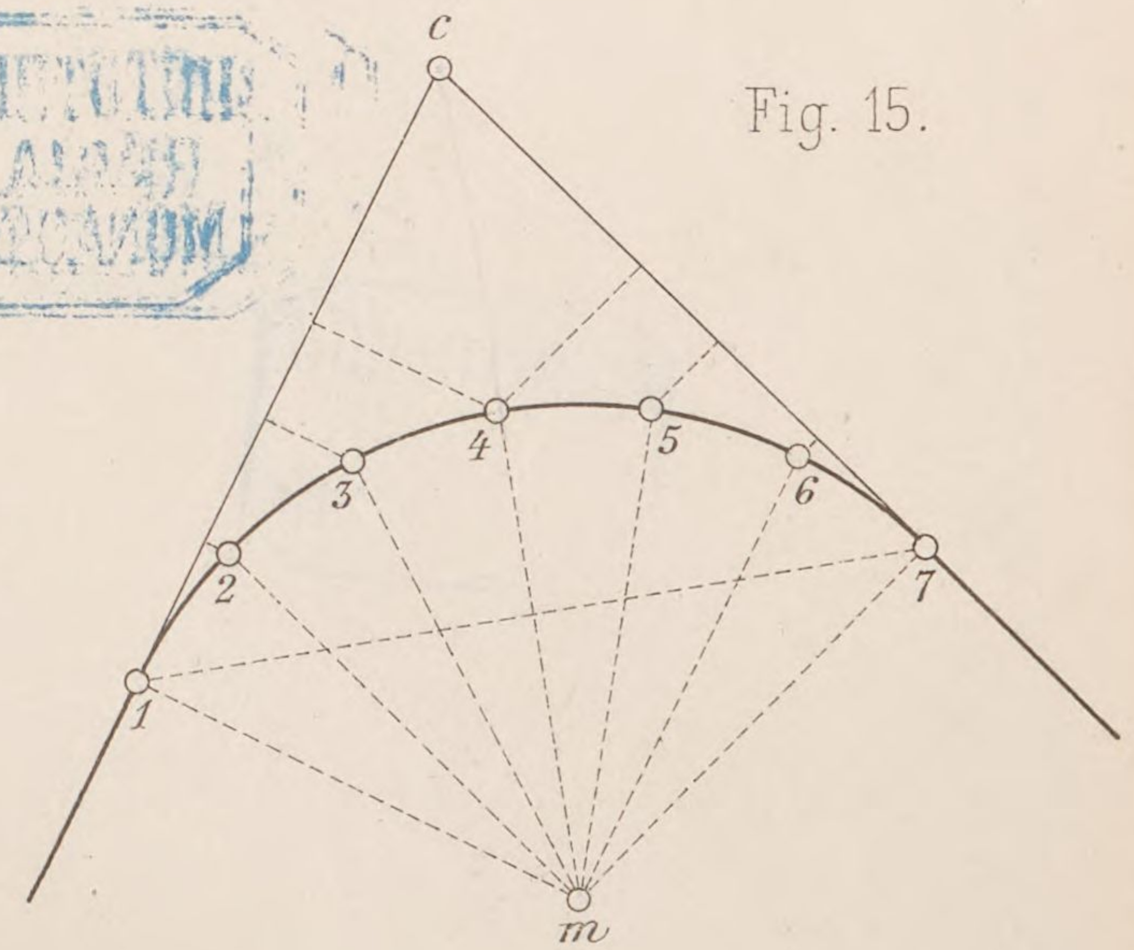


Fig. 13.

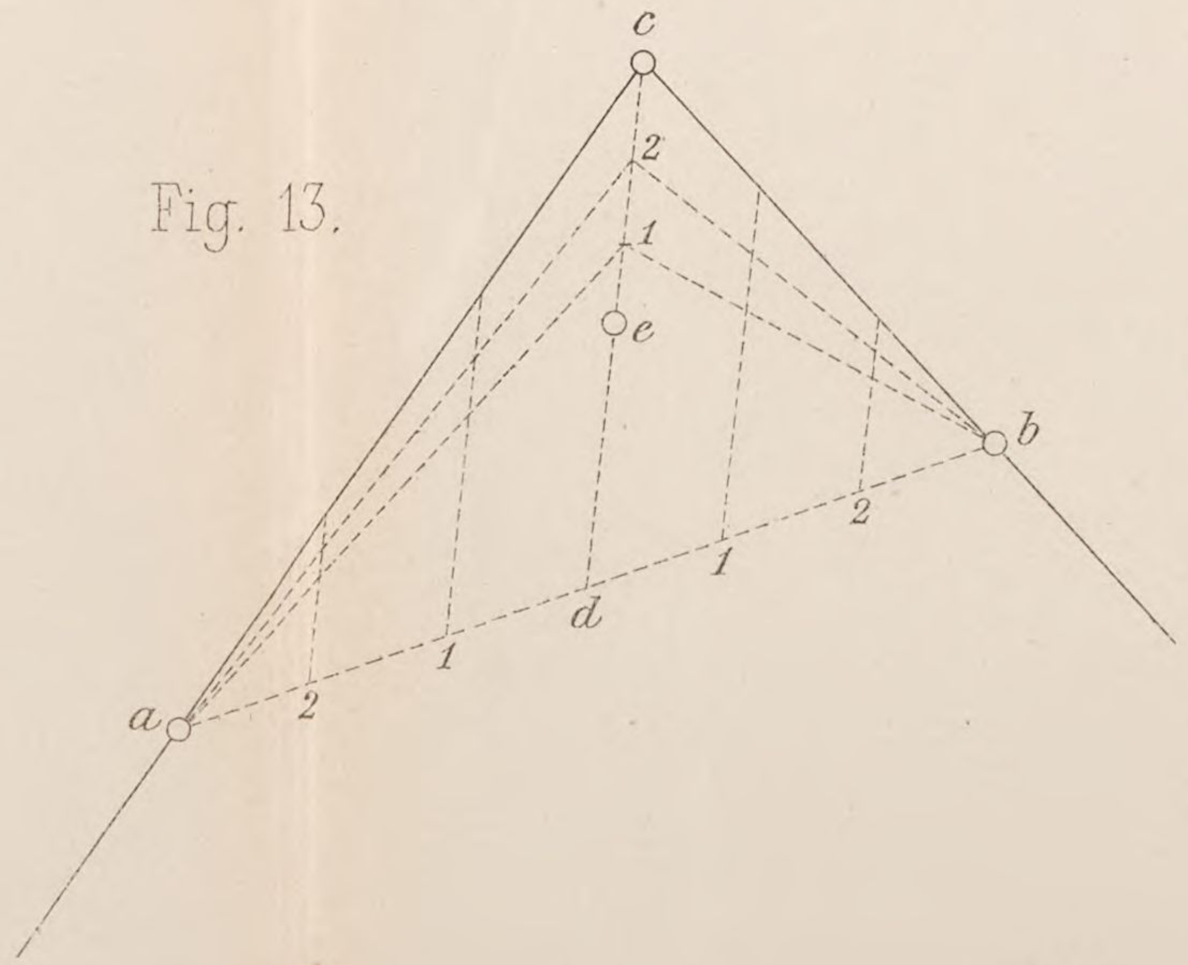


Fig. 16.

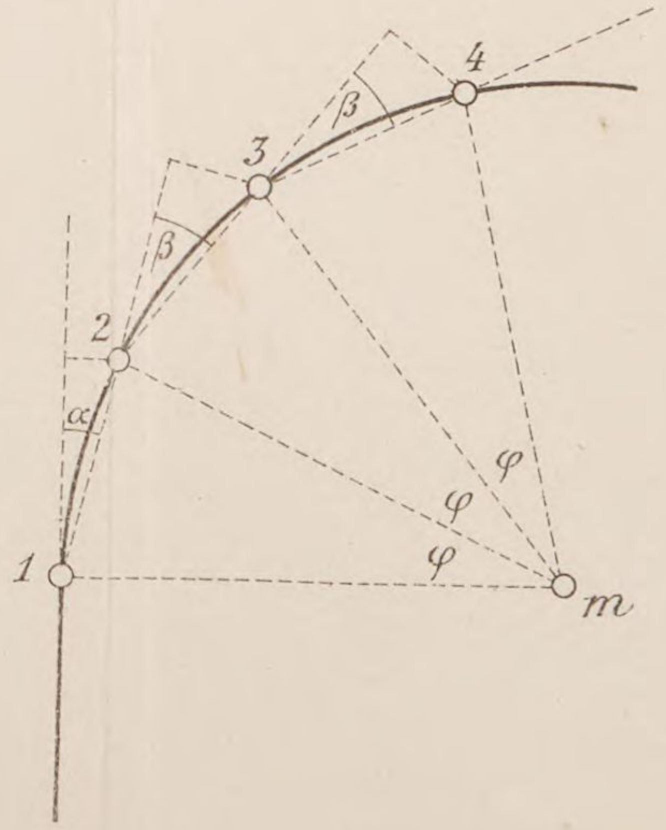


Fig. 17.

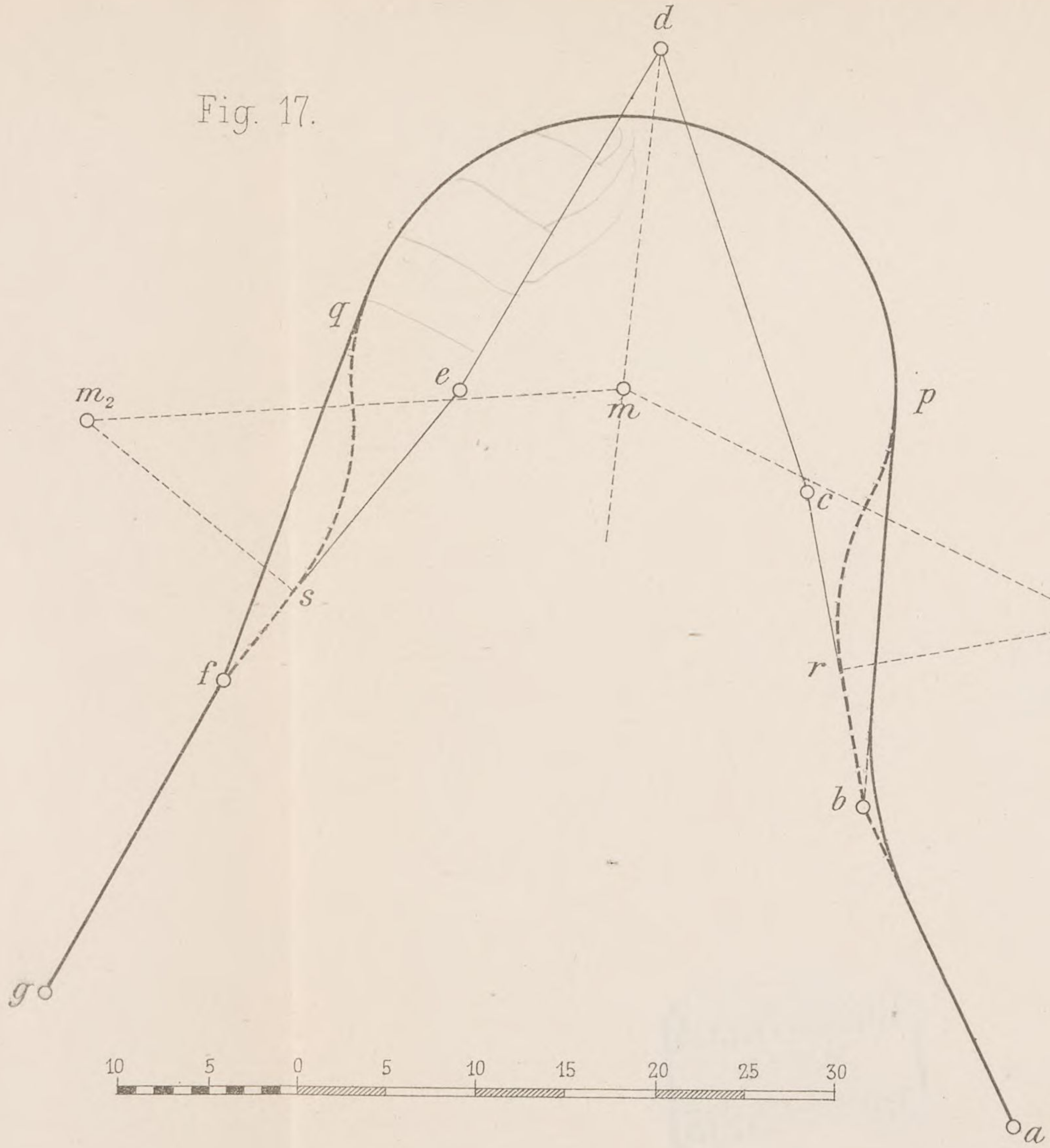


Fig. 18.

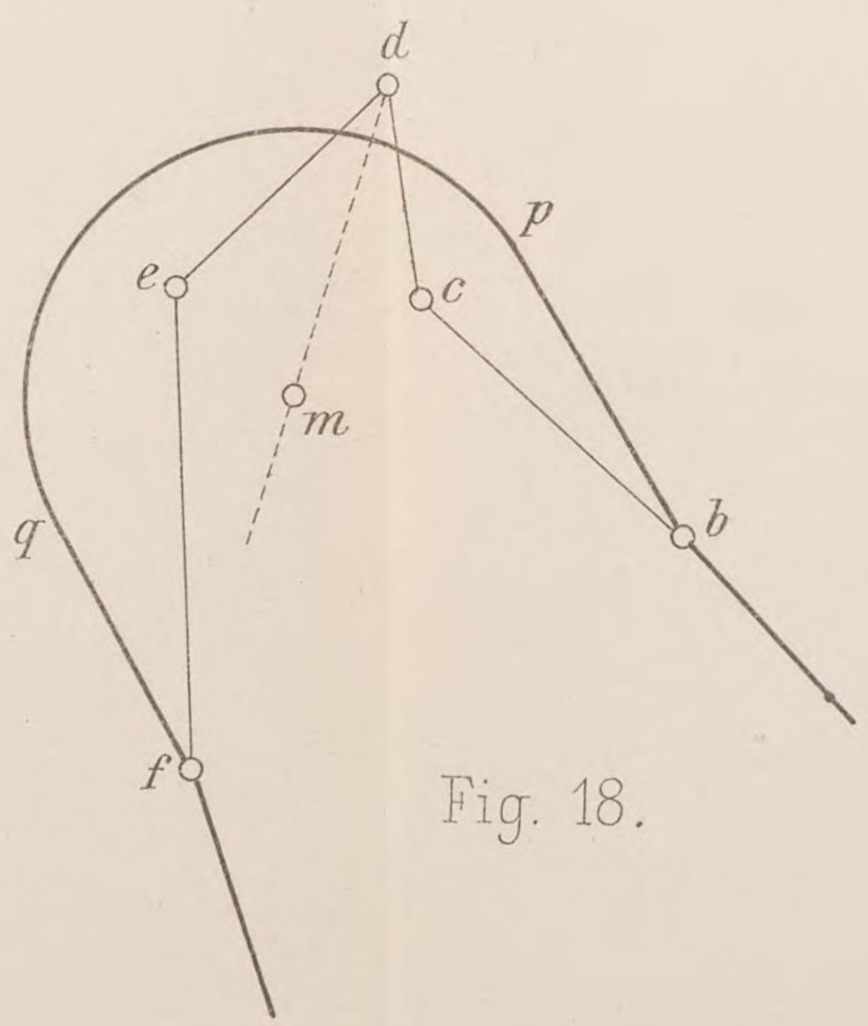


Fig. 19.

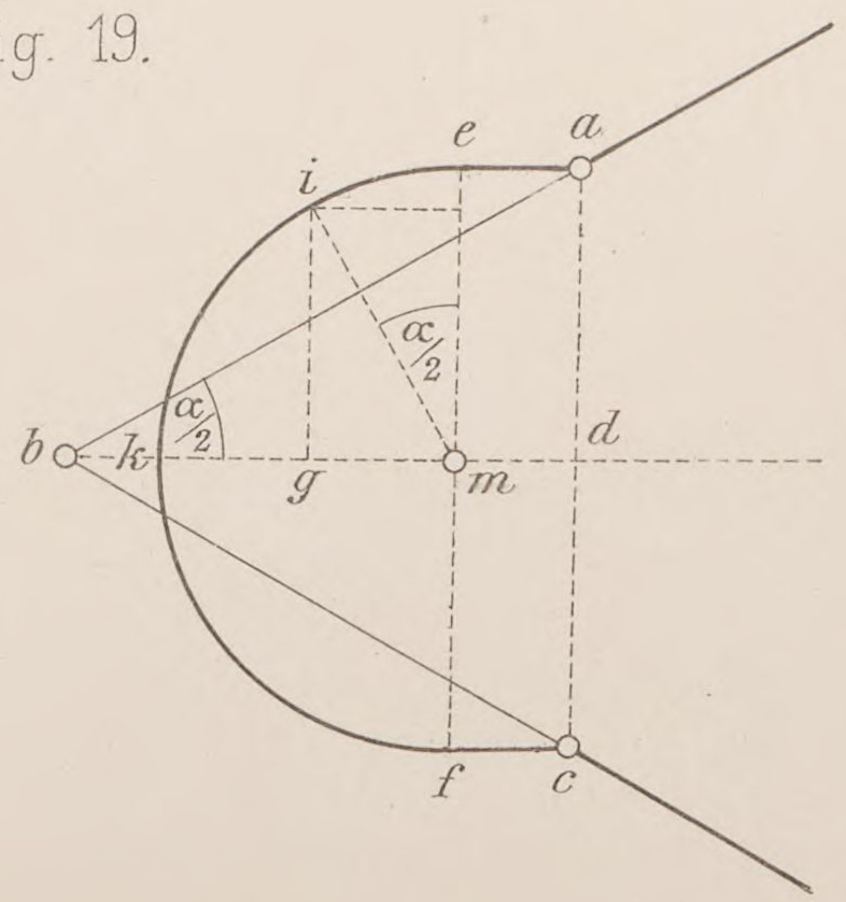
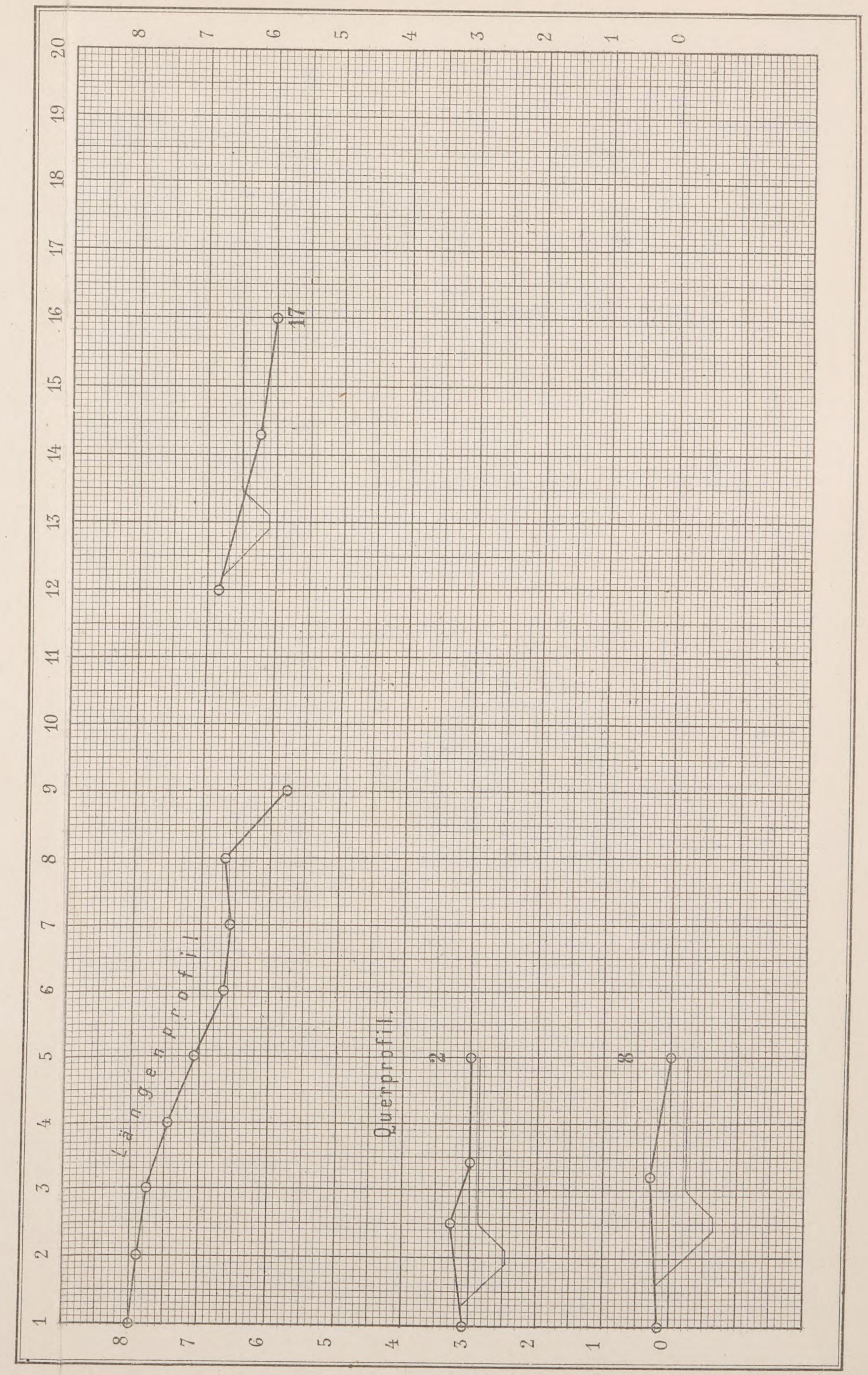


Fig. 20.



Lith.Anst.v.Th.Bannwarth Wien.

Fig. 21.

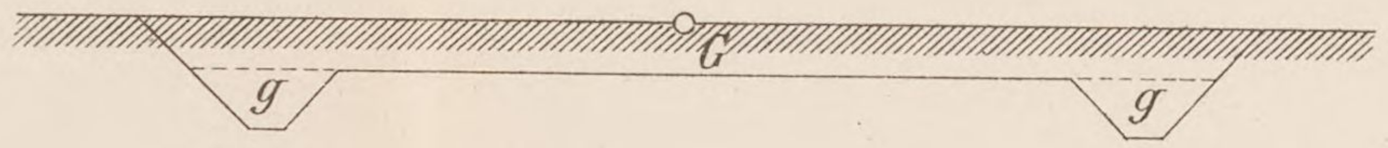


Fig. 22.

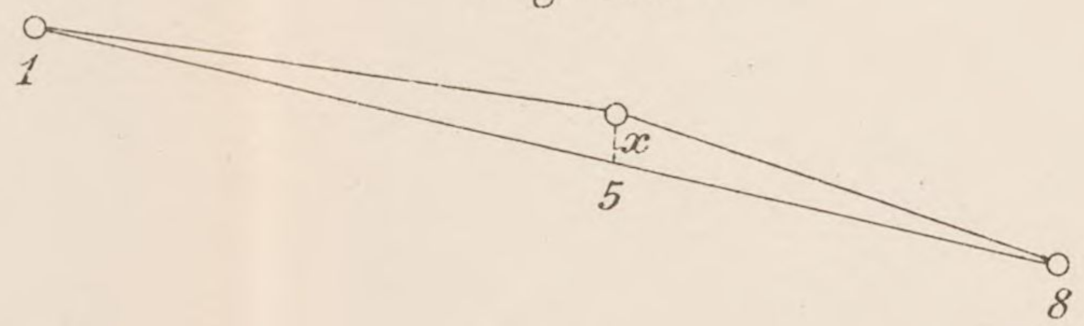


Fig. 23.

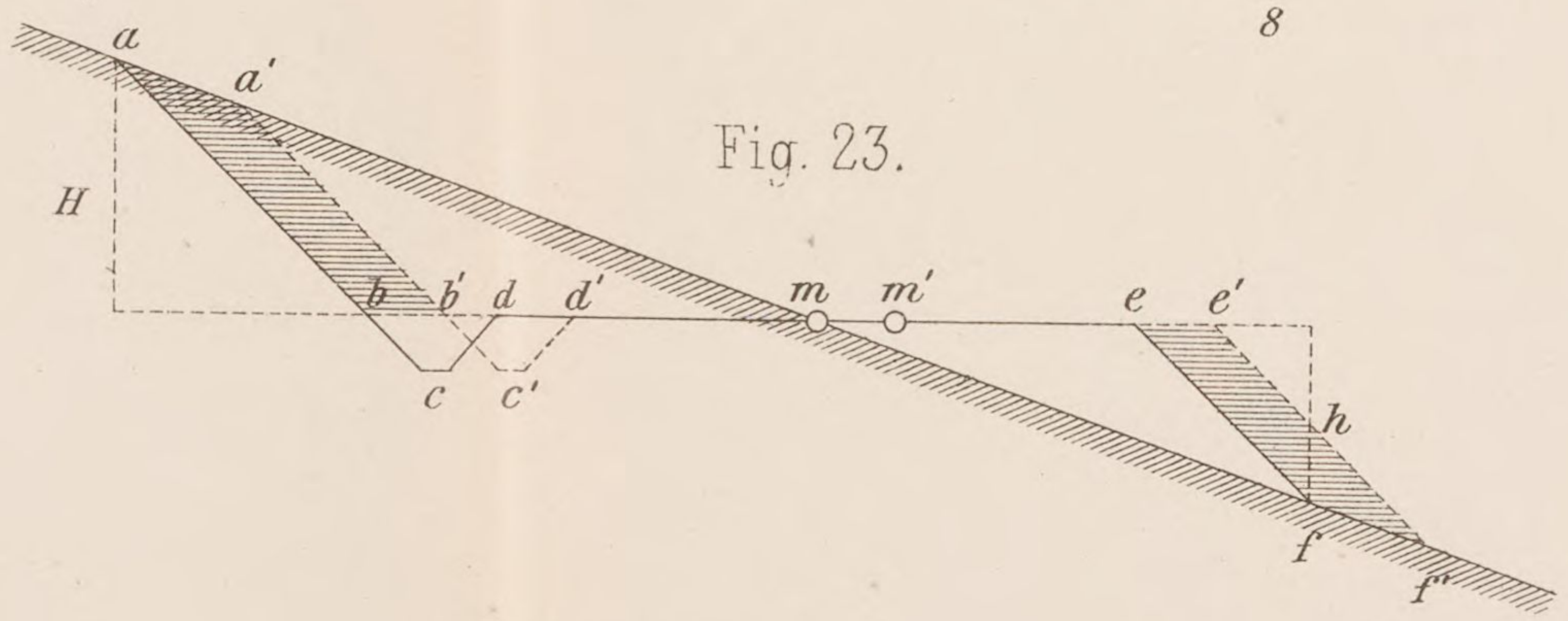


Fig. 24.

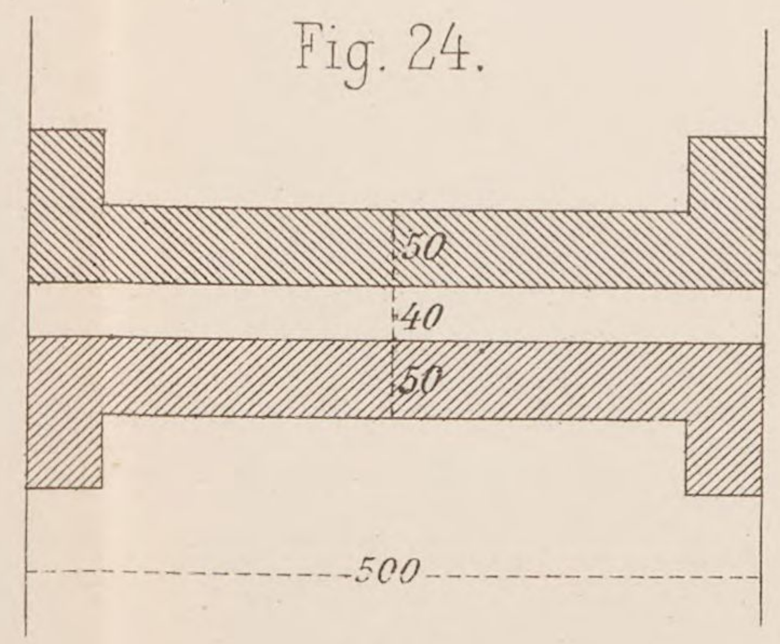


Fig. 25.

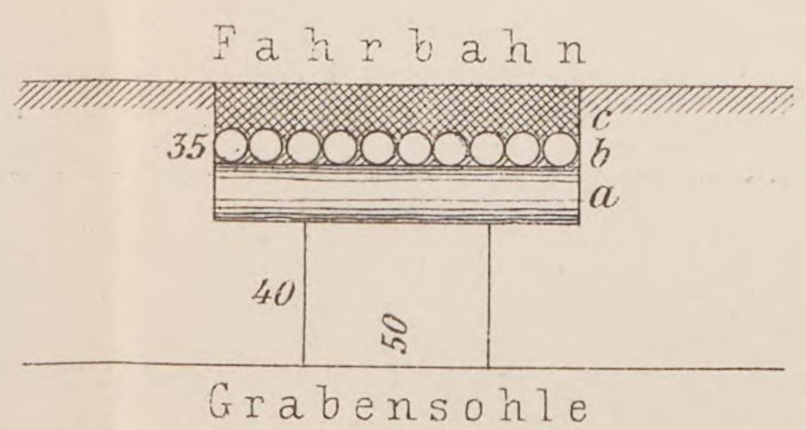


Fig. 26.

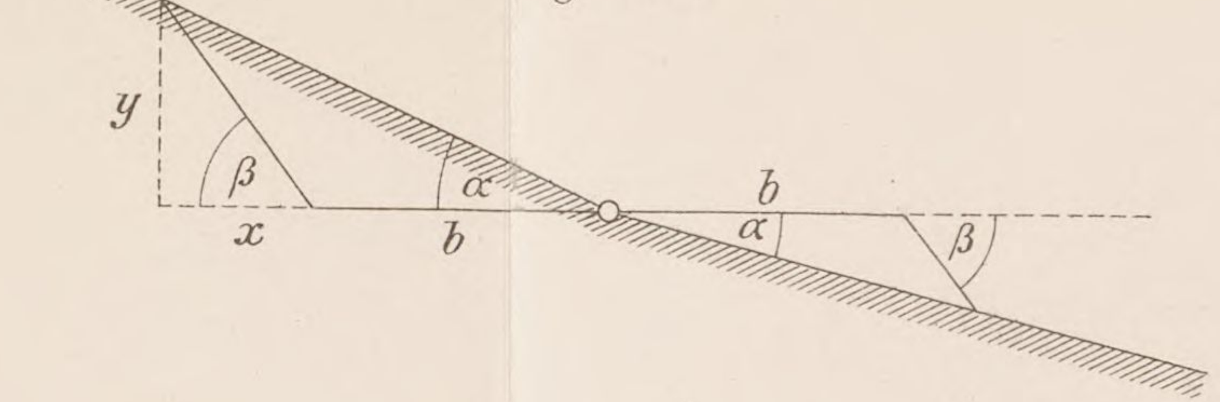


Fig. 27.

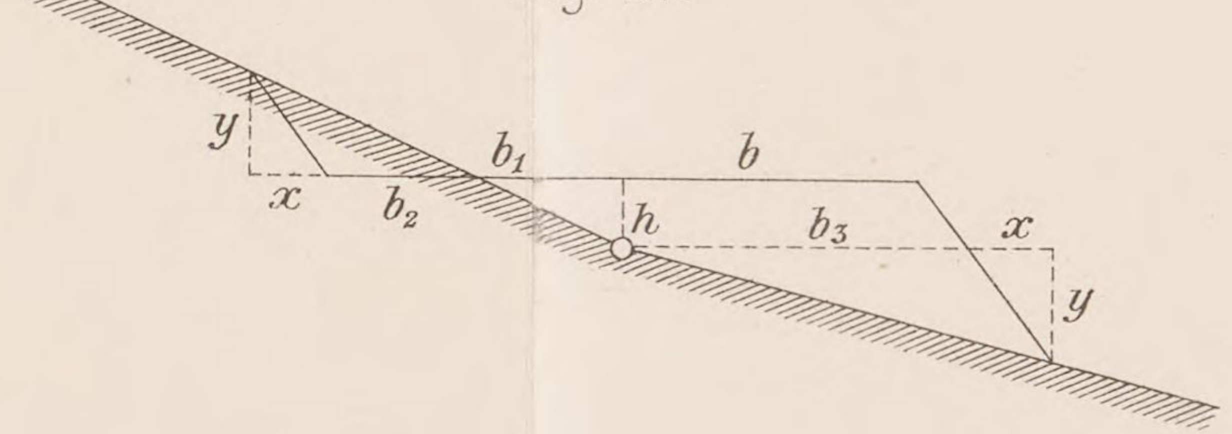


Fig. 28.

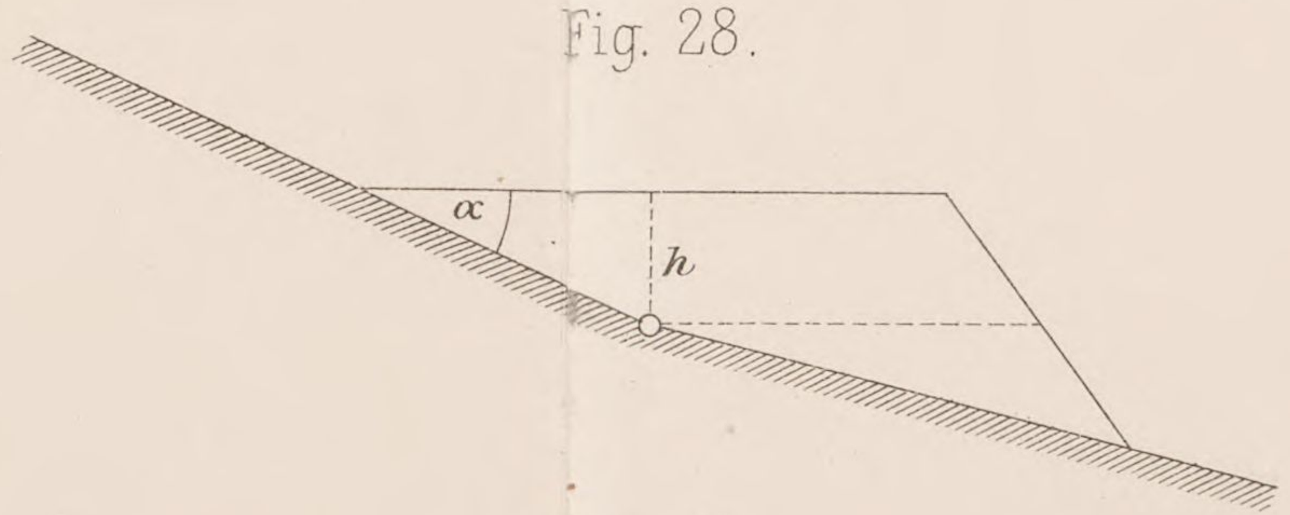


Fig. 29.

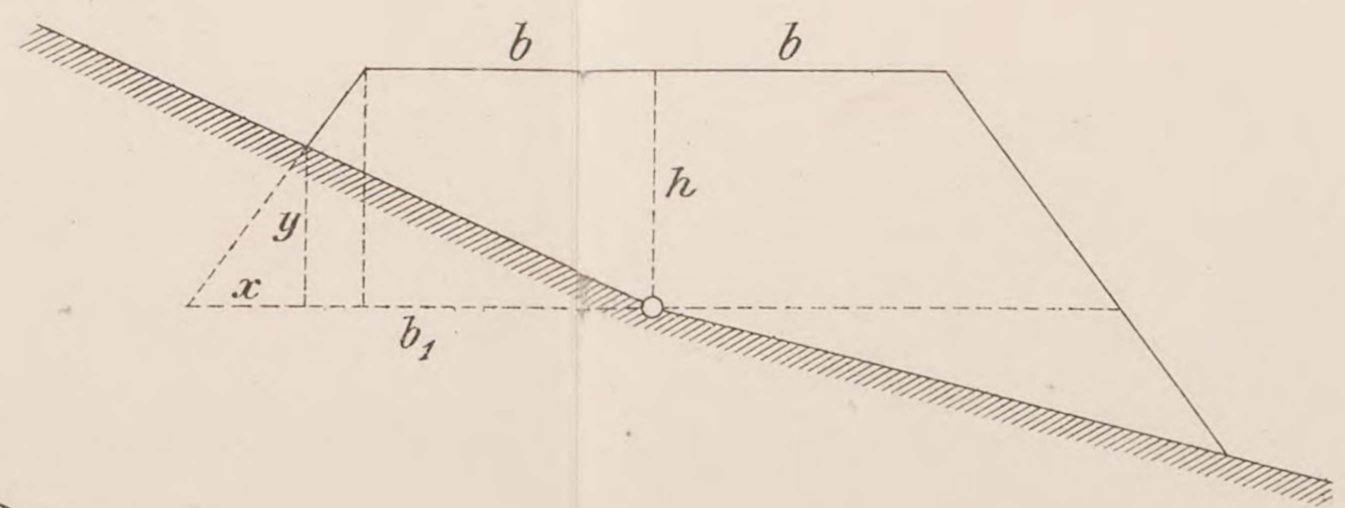


Fig. 30.

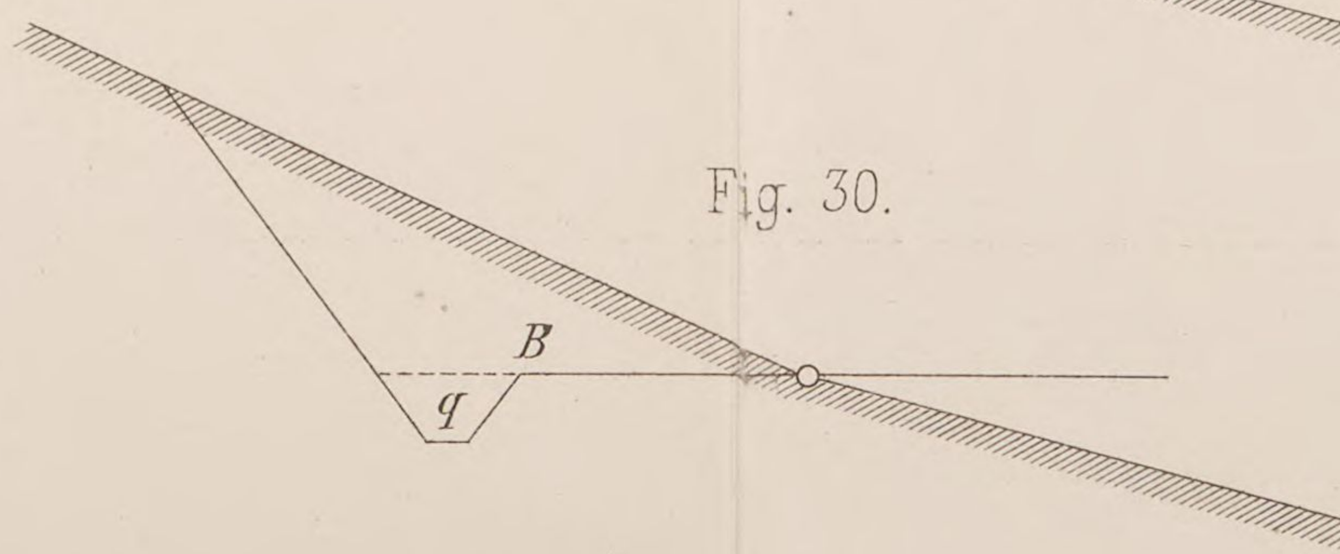


Fig. 31.

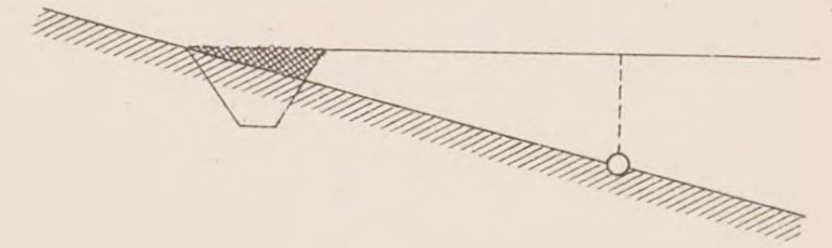


Fig. 32.

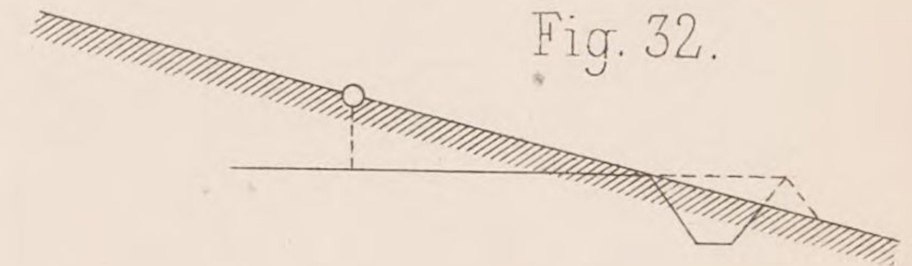


Fig. 33.

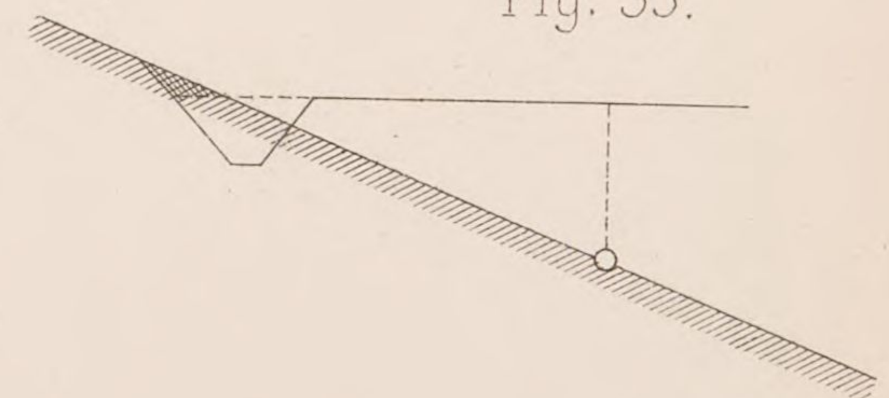


Fig. 34.

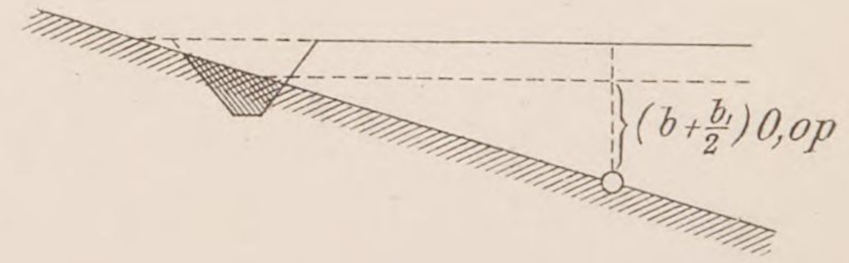


Fig. 35.

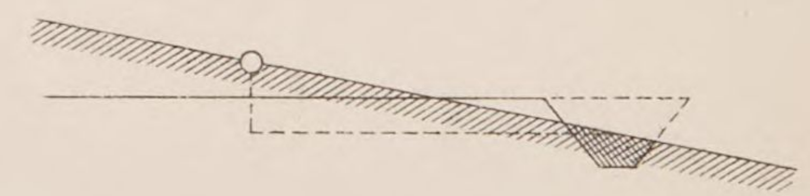
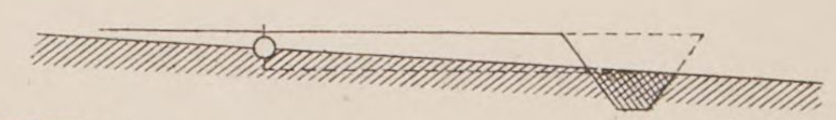


Fig. 36.



Lith. Anst. v. Th. Bannwarth Wien.

K. und k. Hofbuchdruckerei Karl Prochaska in Teschen.